

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

Katedra fyzické geografie a geoekologie



**ZVLÁŠTNOSTI REŽIMU ATMOSFÉRICKÝCH SRÁŽEK VE
STŘEDNÍCH A VYŠŠÍCH POLOHÁCH ČESKA A
SLOVENSKA**

**PECULIARITIES OF THE ATMOSPHERIC PRECIPITATION REGIME IN
MEDIUM AND HIGH ALTITUDES OF THE CZECHIA AND SLOVAKIA**

Bakalářská práce

Tomáš Ptáček

2010

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Ivan Sládek, CSc.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod vedením vedoucího práce RNDr. Ivana Sládka, CSc., a že jsem všechny použité prameny řádně citoval.

Jsem si vědom toho, že případné využití výsledků, získaných v této práci, mimo Univerzitu Karlovu v Praze je možné pouze po písemném souhlasu této univerzity.

Svoluji k zapůjčení této práce pro studijní účely a souhlasím s tím, aby byla řádně vedena v evidenci vypůjčovatelů.

V Praze dne 6. května 2010

.....

podpis

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu práce panu RNDr. Ivanu Sládkovi, CSc. za obětavou pomoc při řešení této práce a za četné podnětné rady, poděkování patří také Ondřejovi Šedivému za poskytnutí vlastních výpočtů.

Zvláštnosti režimu atmosférických srážek ve středních a vyšších polohách Česka a Slovenska

Abstrakt

V této práci je řešena problematika výskytu zimního zvýšení srážek v podhorských a horských oblastech bývalého Československa. Toto zvýšení se projevuje jako podružné maximum srážek v zimních měsících. Na některých stanicích dochází i k vyšším srážkovým úhrnům v zimním, než v letním pololetí. Oblasti, kde k tomuto jevu dochází, se takto odlišují od převážně kontinentálního průběhu srážek během roku v nižších polohách. Podstatnou částí práce je rešerše pojednávající o stávající odborné literatuře na toto, ne příliš diskutované téma výskytu zvýšených zimních srážek. Stěžejní částí práce je vlastní výzkum. Proveden byl na třech stanicích v Jizerských horách, tj. v oblasti, kde se toto zvýšení projevuje nejvíce. Za tyto tři stanice byly nalezeny povětrnostní situace, při kterých se dostavují v zimě extrémní úhrny srážek, jež se v takovéto míře v nižších polohách nevyskytují. Za hlavní příčinu vysokých srážkových úhrnů je pokládáno návětrí Jizerských hor vůči převládajícímu západnímu proudění v zimních měsících. Zhodnoceny budou též další možné vlivy a význam povětrnostních situací na velikost srážkových úhrnů v různých částech Jizerských hor. Celkový přínos práce tkví v přispění ke studiu klimatu bývalého Československa, především oblasti Jizerských hor.

Klíčová slova: zimní srážky, klasifikace povětrnostních situací, Česká a slovenská pohoří, návětrí, vliv orografie na srážky

Peculiarities of the atmospheric precipitation regime in medium and high altitudes of the Czechia and Slovakia

Abstract

The thesis deals with the question of rise in precipitation during winter period in mountain and submontane areas of the former Czechoslovakia. This increase comes out as circumstantial maximum of precipitation in winter period. Some stations have even recorded higher precipitation totals during colder half-years than during warmer half-years. The areas, which experience this phenomenon, differ in this matter from the continental nature of the precipitation in the lower altitudes. The main part of the thesis consists in a background research of the existing expert literature on the topic of increased incidence of winter precipitation, which hasn't been sufficiently discussed so far. The other substantial part of the thesis forms personal research. The research has been made at three stations in the Jizera mountains, i.e. in the area, where the increased incidence of winter precipitation comes out at most. There have been encountered some atmospheric situations triggering extreme precipitation totals in winter, which can't be found to such extent in lower altitudes. The windward of the Jizera mountains combined with the dominant west streaming during winter period is to be regarded as the main reason of the high precipitation totals. Other possible causations have been evaluated as well. The importance of weather conditions on the size of the precipitation in different parts of the Jizera mountains is also one of the point of interest. The overall contribute of the thesis consists in contribute to the climate study of the former Czechoslovakia and the Jizerské hory mountains area.

Key words: winter precipitation, atmospheric situations classification, Czech and Slovak mountains, influence of orography on precipitation

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| SEZNAM PŘÍLOH | 6 |
| 1 ÚVOD..... | 8 |
| 2 REŠERŠE | 10 |
| 2.1 Problematika zimního zvýšení srážek | 10 |
| 2.2 Přibývání srážek s nadmořskou výškou | 13 |
| 2.3 Klasifikace povětrnostních situací..... | 14 |
| 2.4 Vliv orografie na srážky | 21 |
| 2.5 Chyby měření srážek | 23 |
| 2.6 Vybrané charakteristiky zájmového území..... | 27 |
| 2.7 Závěr..... | 28 |
| 3 METODY A PRŮBĚH PRÁCE | 29 |
| 3.1 Zdroje a kvalita dat, popis vybraných stanic | 29 |
| 3.2 Metody a postup práce | 32 |
| 3.3 Hypotéza příčin zimního navýšení srážek v Jizerských horách..... | 34 |
| 4 VÝSLEDKY | 34 |
| 4.1 Nalezení stanic s vysokým podílem srážek zimního a letního pololetí | 34 |
| 4.2 Závislost srážek na nadmořské výšce..... | 35 |
| 4.3 Vybrané charakteristiky tří studovaných stanic v Jizerských horách | 37 |
| 4.4 Porovnání výsledků práce s údaji v NKP 27 | 38 |
| 4.5 Četnosti synoptických situací | 40 |
| 4.6 Celkový průběh srážek v období 1961-2009 v Jizerských horách..... | 40 |
| 4.7 Příčiny zvýšených zimních srážek v Jizerských horách | 41 |
| 5 DISKUZE | 43 |
| 6 SHRUTÍ..... | 44 |
| 7 ZÁVĚR | 46 |
| PŘÍLOHY..... | 50 |

SEZNAM PŘÍLOH

| | |
|---|----|
| Tab. (1a) Údaje o vybraných stanicích v Jizerských horách. | 50 |
| Tab. (1b) Průměrné měsíční a roční charakteristiky použitých stanic. | 50 |
| Tab. (2) Význam povětrnostních situací na srážkové úhrny v zimním a letním půlroce. Období 1961-1990. | 51 |
| Tab. (2a) Průměrné denní úhrny srážek (mm) v zimním pololetí za období 1961-1990. | 51 |
| Tab. (2b) Celkové srážky (mm) za dané situace v zimním pololetí za období 1961-1990. | 51 |
| Tab. (2c) Relativní podíl dané situace na celkových srážkách (%) v zimním pololetí za období 1961-1990. | 52 |
| Tab. (2d) Průměrné denní úhrny srážek (mm) v letním pololetí za období 1961-1990. | 52 |
| Tab. (2e) Celkové srážky (mm) za dané situace v letním pololetí za období 1961-1990. | 53 |
| Tab. (2f) Relativní podíl dané situace na celkových srážkách (%) v letním pololetí za období 1961-1990. | 53 |
| Tab. (3) Průměrné denní úhrny srážek v měsících v roce za dané povětrnostní situace na vybraných stanicích v Jizerských horách. Období 1961-2008. | 54 |
| Graf (1a) Závislost poměru srážek zimního a letního pololetí na nadmořské výšce na Slovensku. Období 1901-1950. | 56 |
| Graf (1b) Závislost srážek zimního a letního pololetí na nadmořské výšce na Slovensku. Období 1901-1950. | 56 |
| Graf (1c) Závislost poměru srážek zimního a letního pololetí na nadmořské výšce v Česku. Období 1901-1950. | 57 |
| Graf (1d) Závislost srážek zimního a letního pololetí na nadmořské výšce v Česku. Období 1901-1950. | 57 |
| Graf (2a) Četnosti povětrnostních situací v období 1961-1990 (v %). | 58 |
| Graf (2b) Podíl anticyklonálních povětrnostních situací (A, Ap1, Ap2, Ap3, Ap4, Wa, NWa, NEa, Ea, SEa, Sa, SWa) na počtu všech dní v příslušném měsíci za období 1961-1990 (v %) | 58 |
| Graf (2c) Roční chod četností výskytu povětrnostních situací typu 1 (v %). 1961-1990. | 58 |
| Graf (2d) Roční chod četností výskytu povětrnostních situací typu 2 (v %). 1961-1990. | 59 |
| Graf (2e) Roční chod četností výskytu povětrnostních situací typu 3 (v %). 1961-1990. | 59 |
| Graf (3) Roční chod měsíčních úhrnů srážek na meteorologických stanicích v Jizerských horách. Období 1901-1950. | 60 |
| Graf (4a) Vývoj srážek (v mm) v zimním pololetí v období 1961-2009 na vybraných třech stanicích v Jizerských horách. | 60 |
| Graf (4b) Vývoj srážek (v mm) v letním pololetí v období 1961-2009 na vybraných třech stanicích v Jizerských horách. | 61 |
| Graf (4c) Vývoj průměrných srážek (v mm) na vybraných třech stanicích v Jizerských horách v letním a zimním pololetí za období 1961-2009. | 61 |
| Graf (5) Průměrný roční chod srážek na stanicích Brno Tuřany, Milešovka a Lysá hora. Období 1961-2000. | 62 |

| | |
|---|----|
| Obr. (1) Oblasti se zimním zvýšením srážek na území ČSSR. Období 1901-1950..... | 63 |
| Obr. (2) Schematické znázornění povětrnostních situací určených HMÚ. | 63 |
| Obr. (3a) Průměrný denní úhrn srážek v milimetrech (izočáry) a relativní četnost dnů se srážkami většími než 0,4 v procentech všech dnů se situací Wc (čísla) v zimním pololetí (říjen až březen). Období 1961-1990. | 65 |
| Obr. (3b) Průměrný denní úhrn srážek v milimetrech (izočáry) a relativní četnost dnů se srážkami většími než 0,4 v procentech všech dnů se situací Wc (čísla) v letním pololetí (duben-září). Období 1961-1990..... | 66 |
| Obr. (3c) Průměrný denní úhrn srážek v milimetrech (izočáry) a relativní četnost dnů se srážkami většími než 0,4 v procentech všech dnů se situací Wcs (čísla) v zimním pololetí (říjen až březen). Období 1961-1990..... | 66 |
| Obr. (3d) Průměrný denní úhrn srážek v milimetrech (izočáry) a relativní četnost dnů se srážkami většími než 0,4 v procentech všech dnů se situací Wcs (čísla) v letním pololetí (duben-září). Období 1961-1990..... | 67 |
| Obr. (3e) Průměrný denní úhrn srážek v milimetrech (izočáry) a relativní četnost dnů se srážkami většími než 0,4 v procentech všech dnů se situací NWc (čísla) v zimním pololetí (říjen až březen). Období 1961-1990..... | 67 |
| Obr. (3f) Průměrný denní úhrn srážek v milimetrech (izočáry) a relativní četnost dnů se srážkami většími než 0,4 v procentech všech dnů se situací NWc (čísla) v letním pololetí (duben-září). Období 1961-1990..... | 68 |
| Obr. (4) Schematické znázornění rozdílných mechanismů vzniku orografických srážek..... | 68 |
| Obr. (5) Synoptické oblasti Česka a lokalizace použitých stanic..... | 69 |
| Obr. (6) Převládající směr větru a izočáry průměrné rychlosti větru (m/s) po celý rok. Období 1961-1990..... | 69 |
| Mapa (1) Stanice se specifickým srážkovým režimem | 70 |
| Mapa (2) Terén Jizerských hor | 72 |
| Mapa (3a) Průměrný úhrn srážek při situacích Wc, Wcs, NWc, Nc, Vfz v letním půlroce | 73 |
| Mapa (3b) Průměrný úhrn srážek při situacích Wc, Wcs, NWc, Nc, Vfz v zimním půlroce..... | 73 |
| Fotografie vybraných meteorologických stanic v Jizerských horách..... | 74 |

1. ÚVOD

„Významnou charakteristikou atmosférických srážek z klimatologického i praktického hlediska je jejich časové rozložení během roku“ (Brázdil, 1976, s. 6). „Poměrně malé území Česka je charakterizováno vcelku velikou pestrostí v ročním chodu srážek“ (Atlas podnebí Česka, 2007, s. 80).

V této práci se zabývám oblastmi se specifickým režimem srážek na území bývalého Československa, především však oblastí Jizerských hor. Některé meteorologické stanice, situované v těchto oblastech, se odlišují svým srážkovým režimem od typického kontinentálního chodu atmosférických srážek běžného ve střední Evropě, který má minimum úhrnů v zimě a maximum v létě. Zkoumané stanice vykazují spíše oceáničtější charakter s podružnými maximy úhrnů srážek v některém z měsíců zimního půlroku (říjen – březen). Na základě údajů o úhrnech srážek na 1299 stanicích z Podnebí ČSSR – Tabulky (1961) vymezil Brázdil (1976) takto se odlišující oblasti v bývalém Československu pro období zimy (prosinec - únor). Důkladněji jsem se seznámil i s dalšími pracemi R. Brázdila: Brázdil (1977) a Brázdil (1988), ve kterých se zabýval tímž problémem – tj. vymezením oblastí se zvýšenými zimními srážkami a hledáním příčin tohoto zvýšení. Vycházel i ze stejného datového zdroje, kterého užívá tato práce. Aby nebyly jeho práce pouze kopírovány, bylo vhodné se částečně odklonit od zadání, kdy se za hlavní náplň považovalo nalezení stanic s vysokými zimními srážkami. Hlavní záměr přešel na vlastní výzkum ve vybraném území Jizerských hor. V zadání také stálo, že budou hledány i zahraniční stanice v okolí teritoria Česka a Slovenska s výskytem podružných maxim srážek v zimních měsících, ale od tohoto záměru bylo nakonec upuštěno a zdroj dat tvoří ucelený celek Podnebí ČSSR.

Brázdil (1976) vymezoval oblasti zvýšených zimních srážek, zde budou identifikovány meteorologické stanice, kde ke zvýšeným zimním srážkám dochází. Identifikace těchto stanic může tak práci Brázdila doplnit. V celé práci se operuje s rozdělením srážkových úhrnů na zimní (říjen až březen) a letní (duben až září) pololetí, kde je to možné, jde se i na úroveň měsíční. V krátkosti je uvedena zmínka o příčinách tohoto zvýšení srážek v různých oblastech bývalého Československa a též o závislosti přibývání srážek s nadmořskou výškou v Česku a na Slovensku.

Zadáním práce byl též vlastní výzkum - dynamicko-synoptický rozbor zimních srážek ve vybrané oblasti. Tou se staly Jizerské hory, protože se zde podružná zimní maxima dostavují s největší intenzitou v rámci celého Česka. V této práci budou tedy detailněji rozebrány příčiny zvýšených úhrnů srážek v zimním pololetí v Jizerských horách. Bude též snaha nalézt polohu návětrí a závětrí při proudění (přinášejícím vysoké zimní srážky) v různých částech české strany těchto hor. Pro výzkum byly vybrány tři meteorologické stanice, z toho dvě klimatologické: Bedřichov - přehrada a Desná - Souš, a jedna srážkoměrná stanice Smržovka. Podíl zimních a letních srážek je na těchto

stanicích téměř vyrovnaný. Předpokládám, že podobný srážkový režim se vyskytuje i v okolí těchto stanic, tj. že zastupují danou oblast.

Zjišťovalo se, za jakých povětrnostních situací, klasifikovaných podle HMÚ (Hydrometeorologického ústavu, dnes ČHMÚ) jsou v zimním období na těchto třech stanicích vysoké srážkové úhrny. Postup práce byl převzat z publikace Národního klimatologického programu č. 8 (dále jen NKP 27 nebo Křivancová a Vavruška (1997)), kde byly vypočítány průměrné denní úhrny srážek pro každý typ povětrnostní situace (zvláště v letním a zimním půlroce) za jednotlivé synoptické oblasti Česka pro období 1961-1990. Toto období je doporučeno WMO. Pro účely této bakalářské práce byla dle vzoru zmíněné práce získána data denních úhrnů srážek ze zmiňovaných tří stanic za období 1961–2009, ale pro výpočet srovnávání denních úhrnů byla použita pouze data za období 1961-1990 kvůli shodě s NKP 27. Protože bylo pořízeno delší období, některé výpočty byly prováděny i na údajích z 1961-2009. Dále byla opatřena data o povětrnostních situacích za totéž období 1961-2008 (rok 2009 ještě nebyl oklasifikován), kde je pro každý den určena jedna příslušná povětrnostní situace. Podle: Křivancová a Vavruška (1997) byly taktéž vypočítány průměrné denní úhrny srážek pro každou povětrnostní situaci, ale pouze za vybrané tři stanice v Jizerských horách. Stěžejní částí této práce je tedy porovnat průměrné denní úhrny srážek při jednotlivých povětrnostních situacích v zimním pololetí za synoptické oblasti Čech z: Křivancová a Vavruška (1997) s vypočítanými srážkovými úhrny stejnou metodou, ale za tři stanice v Jizerských horách. Příčiny zvýšených srážek ve zmíněné zkoumané oblasti by se měly projevit jako jejich nárůst za dané synoptické situace, při které lze očekávat silný návětrný efekt umožňující vyšší srážkové úhrny. Toto zvýšení předpokládá Brázdil (1976) a Křivancová a Vavruška (1997) za západních cyklonálních situací typu Wc, Wcs popř. NWc.

Protože byla získána data ze tří stanic, bude možné posoudit i význam jednotlivých povětrnostních situací na velikost srážkových úhrnů v různých částech Jizerských hor.

V práci bylo nutné brát v úvahu i vliv některých faktorů ovlivňujících kvalitu výsledků, které je nutné alespoň zmínit. Myslím tím např. náhodné a systematické chyby při měření srážek, samotné umístění srážkoměru a jiné. Výskyt let s abnormálně vysokými zimními srážkami může mít také vliv na celkový průměr úhrnů srážek, proto bude taktéž zkoumáno, zda se v daném období nevyskytla nějaká významná srážková perioda, která by průměr ovlivnila.

Tato práce by měla tedy přispět ke studiu relativně vysokých úhrnů srážek v zimním pololetí v Jizerských horách. Struktura práce vychází z obecně platných zásad, kdy po úvodu následuje řešerše literatury pokrývající danou problematiku, za ní následují metody a výsledky práce. V diskusi jsou výsledky srovnávány s ostatními autory a jsou zmíněny další možné vlivy na zvýšené srážkové úhrny v zimním pololetí v Jizerských horách. Také je rozebrán možný vliv postupu na výsledky. V závěru pak čtenář nalezne shrnutí výsledků předkládané práce.

2 REŠERŠE

2.1 Problematika zimního zvýšení srážek

V následující rešerši je sepsán výchozí stav dosavadní literatury na téma zvýšené srážky v zimním půlroce v Československu a Jizerských horách. Tématem zvýšených atmosférických srážek v chladném pololetí se důkladněji zabývalo velice málo autorů. Nejspíše proto, že je tento jev brán jako fakt, který má jednoduchou příčinu v návětrných polohách hor vůči vlhkému oceánskému proudění, možná také proto, že zimní srážky nejsou tolik sledovány jako srážky letní. Tak jednoduché to ovšem není, zvláště když máme toto zvýšení přesněji definovat a kvantifikovat. Jdeme-li totiž do menších měřítek na úroveň jednotlivých meteorologických stanic, kdy do hry přistupují i další vlivy, jako jsou chyby měření srážek, mohou být někdy výsledky rozporuplné. Na horách se více než v nižších polohách mohou uplatňovat chyby měření srážek a místní cirkulace i další vlivy, jež jsou rozebrány v dalších kapitolách.

Detailněji se tímto tématem zabývali v 70. letech na katedře fyzické geografie univerzity J. E. Purkyně v Brně (dnes Masarykova univerzita). V rámci úkolu „Hydrologická a klimatologická bilance krajiny a její význam pro tvorbu vodních zdrojů, etapa Časové a prostorové změny denních úhrnů srážek v chladném pololetí 1901-1970 na území ČSSR“ sledovali srážky v zimním pololetí na území bývalého Československa. Shrnutí jejich výsledků je obsaženo v: Nosek a kol. (1976). Miloš Nosek studoval říjnové srážky a ostatní diplomanti si rozdělili zbývajících pět měsíců zimního pololetí. V práci jsou i zmínky o problematice zvýšených srážek v určitých oblastech tehdejšího Československa. Nejdále v dalším výzkumu došel R. Brázdil, který v rámci této etapy zpracovával leden. V pozdějších vědeckých pracích detailněji rozebírá problematiku zimního zvýšení srážek v: Brázdil (1976), Brázdil (1977) a Brázdil (1988). Z jeho prací jsem tedy mohl čerpat nejvíce informací. V práci z roku 1976 postupně studoval oblasti tehdejšího Československa se zvýšenými srážkami v prosinci, v lednu a v únoru, přičemž tato území vybíral podle kritéria výskytu tzv. podružného maxima v daném měsíci v rámci ročního chodu srážek. Vycházel především z datové základny měsíčních úhrnů z let 1901-1950 uveřejněných v Podnebí ČSSR – Tabulky (1961). V celém Československu potom vymezil oblasti se zvýšenými zimními srážkami, viz obr. (1). Z obrázku je patrné, že podružná maxima se v zimních měsících vyskytují v Česku poměrně běžně, na Slovensku již vzácněji. V Čechách to je široký pohraniční pás a Českomoravská vysočina a mnohde tyto oblasti zasahují i do nížin, výjimky tvoří pouze závětrné oblasti Krušných hor (Poohří a Polabí) a závětrí Šumavy (Jihočeská pánev). Autor ale zároveň upozorňuje, že ne všechny stanice ve vymezených oblastech vykazovaly podružná zimní maxima srážek. Na Moravě a na Slovensku tyto oblasti prakticky nenajdeme s výjimkou severních pohoří. Pokud bychom se ovšem zabývali obdobím podzimu na Slovensku, zjistíme, že se tu ve stejném období 1901-1950 projevuje na poměrně rozsáhlém území výrazné

podzimní zvýšení srážek (jež není znázorněno na obr. (1), protože zde je pouze zima) s maximem úhrnů v listopadu. „O více než 10 mm jsou větší listopadové srážky než říjnové v Malých Karpatech a rozlehlém území na středním Slovensku“ (Nosek a kol., 1976, s. 32).

Co se týče variability srážek, tak zimní zvýšení srážek se projevuje rozdílně na území ČSSR v první a druhé polovině období 1901-1950. „V období 1901-1925 měla většina stanic podružné maximum srážek v prosinci. V letech 1926-1950 se dostavilo v západních, severních a východních Čechách, na Moravě a na SZ Slovensku zvýšení lednové, v jižních Čechách, na Jindřichohradecku a Znojemsku zvýšení únorové“ (Brázdil, 1988, s. 39). Celkový pohled na srážkové úhrny zimního pololetí ve větší části 20. století na území Čech, Moravy a Slovenska rozpracoval Brázdil (1986). Na základě 11letých zhlazených průměrů je patrné, že období s vysokými zimními srážkami byla v Čechách v 10tých a 20tých letech a od konce 30tých do poloviny let 40tých, dále i v 60tých letech a v druhé polovině let 70tých. Na Moravě a na Slovensku jsou tato období obdobná. Trend srážek v zimním půlroce je podle Brázdila (1986) slabě rostoucí. Podle Atlasu podnebí Česka (2007) jde však pouze o dlouhé cyklické výkyvy v úhrnech srážek.

Důkladnější byl také rozbor variability denních úhrnů srážek v: Brázdil (1976), kdy na několika stanicích, z nichž pouze stanice Jizerka v Jizerských horách byla ve vyšší nadmořské výšce, získal autor data o denních úhrnech srážek a zkoumal na pětidenních klouzavých průměrech vývoj v rámci celé zimy. Říká, že: „již první prosincová dekáda je charakterizována zesílením srážkové činnosti po jejím poklesu koncem listopadu. Ve druhé dekádě dochází k poklesu srážkové činnosti a nejmenší srážky v prosinci se dostávají zpravidla kolem 17. - 24. prosince, kdy se začíná projevovat tlaková výše nad Eurasií. Následuje zvýšení denních srážek, výrazné zvláště na horských stanicích nebo na stanicích s vyššími zimními srážkami koncem prosince či začátkem ledna a je podmíněno zvýšenou srážkovou činností při západních cyklonálních situacích s přívodem vlhkého vzduchu od Atlantského oceánu (obvykle v souvislosti se singularitou tzv. vánoční oblevy). Toto zvýšení trvá až do začátku 3. dekády ledna. Kolem 21. - 24. ledna nastává tzv. vrcholná zima s vysokou četností anticyklonálních situací. Po hlubokém lednovém poklesu denních srážek úhrny opět vzrůstají k maximu v prvních dnech února“ (Brázdil, 1976, s. 49). „Měsíční úhrny srážek tedy často zakrývají některé zvláštnosti v ročním chodu, které se projeví při rozboru průběhu srážek podle denních úhrnů“ (Brázdil, 1976, s. 48).

Samotné příčiny tohoto zvýšení srážek vidí všichni autoři v návětrné poloze některých oblastí k proudění, jež přináší hodně srážek. První větší zmínku o této problematice najdeme v Podnebí ČSSR - Souborná studie (1969). Zde se přímo říká, že severní horstva Čech dostávají při zimním proudění od JZ, které je např. v Jizerských horách návětrné, tak velké srážky, že tu lze pozorovat v lednu vedlejší maximum úhrnů srážek, čímž zde má roční chod dvojitou vlnu s hlavním maximem v létě (červenec) a

vedlejší v zimě (leden), hlavní minimum připadá na březen, vedlejší na podzim (listopad). Několik stanic má dokonce v lednu hlavní maximum (Pec pod Sněžkou, Dolní Dvůr-Rudolfov, okres Trutnov), (Podnebí ČSSR - Souborná studie, 1969, s. 157). V severních Čechách se zimní zvýšení srážkových úhrnů projevuje nejvíce a zasahuje daleko do předhůří Krkonoš (stanice v Železném Brodě je např. 290 m n. m.).

Obdobná dvojitá vlna v ročním chodu srážek je v jižní části Slovenska, kde však po červnovém, respektive květnovém maximu vedlejší maximum připadá na listopad a vedlejší minimum po únoru připadá na září. „Je to oblast, ve které se v některých rocích uplatní v létě vliv vysokého tlaku od JZ a zvýšení srážek v jižní Evropě v pozdním podzimu při častějším výskytu jižních poruch v této době“ (Petrovič, 1970, s. 47). Vyšší úhrny srážek v této oblasti souvisí podle (Brázdil, 1988, s. 13-14) s vydatnějšími srážkami při postupu cyklon z oblasti Středozemního moře. Stejný názor mají i (Ballon a kol., 1964, s. 24), kde vydatné srážky se na území Malých Karpat připisují povětrnostní situaci C (klasifikace podle HMÚ: postup cyklón od Středomoří). „Některé stanice jižního Slovenska tak dostávají v říjnu a listopadu až přes 45 % srážek chladného půlroku“ (Brázdil, 1988, s. 16). Zajímavostí je, že tato oblast leží prakticky do nadmořských výšek 500 m (spadá sem i Žitný ostrov), například stanice Modra v Malých Karpatech měla poměr srážek zimního a letního půlroku 1,06, což je nejvíce na celém Československu, viz tabulka k mapě (1).

Mapa (1), znázorňující stanice s poměrem srážek zimního a letního půlroku vyšším než 0,9 vychází z údajů Podnebí ČSSR - Tabulky (1961) o měsíčních úhrnech srážek za 1048 stanic v Česku a 251 stanic na Slovensku a doplňuje tak obr. (1), kde jsou vymezeny oblasti se zimním zvýšením srážek (zde ovšem prosinec až únor). Nutné je ovšem poznamenat, že údaje v Tabulkách jsou do určité míry dopočítávané na 50letý normál, protože z mnoha stanic údaje za některá období chyběla a navíc se stanice různě stěhovaly. Brázdil (1988) upozorňuje také na to, že výsledky mohou být zkreslené podle toho, jaké období se bralo pro dopočítávání srážkových úhrnů, protože v průběhu let 1901-1950 se vyskytovala období s vyššími a nižšími zimními srážkovými úhrny.

„Zvláštností je také maximum srážek v listopadu v dolině na sever od Banské Bystrice. Zde se při zvýšeném podzimním proudění od jihu a pro orografické zesílení výstupného proudění, úhrn srážek na konci podzimu tak zvýšil, že maximální srážky tu zaznamenáváme opět v listopadu“ (Podnebí ČSSR – Souborná studie, s. 156). Pro přehlednost odkazují na mapu (1), kde jsou stanice v této oblasti vyznačeny. Jsou na ní také patrná ohniska, kde v zimním pololetí padá hodně srážek. Některé stanice pak dosahují dokonce i vyšších úhrnů v chladném pololetí, a to jak na Slovensku na JV svazích Malých Karpat, tak v Česku v Krkonoších a Jizerských horách, viz mapa (1).

V Atlasu podnebí Česka (2007), který navazuje na (Podnebí ČSSR) z let 1958-1969 přičítají zvýšení srážek v českých pohraničních horách vyšší průměrné rychlosti západního a severozápadního proudění v zimním půlroce, jež se projevuje výrazným

orografickým zesílením srážek. Je zde tedy patrný posun oproti původnímu atlasu a také publikaci Brádka a kol. (1961), kde pokládali za příčinu tohoto jevu JZ proudění. Dynamicko-klimatologické studie v: Brázdil (1976) a Křivancová a Vavruška (1997) však prokazují, že srážky vyskytující se při jihozápadních situacích SWc₁ - SWc₃ v severních českých horách, jsou oproti západním situacím Wc, Wcs, NWc daleko méně srážkově bohaté. „V období 1950-1970 nebyla tedy prokázána důležitost synoptických typů jihozápadních situací (SWc₁ a SWc₂) pro velikost lednových srážek v oblasti Severočeské, která je jim přisuzována podle typizace kolektivu HMÚ“ (Brázdil, 1976, s. 71).

Podle Nosek a kol. (1976) se v březnu dlouhodobá podružná maxima srážek na celém území Československa nevyskytují, v tomto období je poměrně potlačeno zonální proudění přinášející srážky od západu a anticyklonální činnost je např. uprostřed měsíce nejvyšší v roce, začátek měsíce však bývá srážkově bohatší. Březen je tak srážkově nejméně vydatným měsícem zimního pololetí.

Na závěr této kapitoly uvádím shrnutí výsledků práce (Brázdil, 1988, s. 41): „Zimní zvýšení srážek, jak plyne z provedených rozborů, závisí na třech hlavních faktorech:

a. Faktor regionální, který vyjadřuje závislost na geografické poloze stanice v širším slova smyslu, tj. nejen na poloze dané zeměpisnou šířkou a délkou, ale i na poloze v daném orografickém celku i vzhledem k ostatním a ohledem na návětrí a závětrí stanice (expozice), na nadmořské výšce, konfiguraci terénu v okolí stanice a dalších lokálních vlivech.

b. Faktor cirkulační, na němž je především závislá velikost srážkových úhrnů; lze ho považovat za faktor prvořadý, jenž je v úzké interakci s faktorem regionálním (hlavně v zimě)

c. Faktor období, neboť výskyt zimního zvýšení srážek je ovlivněn délkou a časovou volbou období. Faktor období je pochopitelně v úzké vazbě na předchozí faktor, protože cirkulační poměry (i přes relativní stálost výskytu západních situací v zimě) se rok od roku a tím spíše od období k období mění. Proto se v některém období může zimní zvýšení srážek na dané stanici objevit, zatímco v období téže délky, ale jinak časově zvoleném, být nemusí“.

2.2 Přibývání srážek s nadmořskou výškou

Je všeobecně známo, že s nadmořskou výškou srážek přibývá. Avšak přibývání srážek s výškou je v našich podmínkách poněkud komplikované, závislé na orientaci terénu vůči srážkově bohatému proudění a na celkové lokalitě daného místa. Závislost dlouhodobých srážkových úhrnů na nadmořské výšce byla u nás studována několika autory. Známé jsou vztahy od Gregora (30. léta) a Böhma (1960). Gregor určil vztah

závislosti ročních úhrnů srážek na nadmořské výšce pro celé bývalé Československo, zatímco Böhm pro oblast Čech a Moravy. „Uvedené vztahy pomohou v praxi odlišit oblasti se srážkami většími, než je příslušná nadmořská norma místa, tedy pomohou vyznačit vlhké oblasti a ukázat na oblasti s menšími srážkami“ (Souborná studie, 1969, s. 158).

Kameník (1982) píše, že všechny stanice v Jizerských horách vykazují kladné odchylky od obou vtažů Böhma a Gregora. Můžeme tedy říci, že oblast Jizerských hor je všeobecně vlhčím územím v rámci ČR.

Pro oblast Slovenska a Karpat určil podobný empirický vztah závislosti ročních úhrnů srážek na nadmořské výšce např. Briedoň. „V Karpatech se vyskytuje zvláštní průběh, při kterém přibývají srážky jen do výšky 450 m, a potom nastává pokles srážek s výškou do 750 m a od této výšky znova stoupají (Souborná studie, 1969, s. 159). Tento jev pojmenovávají jako srážkovou inverzi.

Další podobnou inverzi lze vysledovat ve Vysokých Tatrách. „V některých pracích našich klimatologů se diskutoval tento problém poklesu srážek s výškou, ale dodnes rozborů ještě nepotvrdily jednoznačně domněnku, že v oblasti Vysokých Tater lze pozorovat zónu maximálních srážek ve výšce 2000 m, a výše že už srážek s výškou ubývá“ (Podnebí ČSSR – Souborná studie, 1969, s. 160). Podle Končeka (1974) to může však být způsobeno horším zachytáváním srážek do srážkoměru díky vyšším rychlostem větru ve vrcholových částech Karpat. Na přednášce o fyzické geografii Slovenska doc. Lipský zmínil svoji hypotézu, že nižší úhrny v nejvyšších polohách Vysokých Tater se již nevyskytuje tolik srážkových oblaků jako v nižších polohách.

Dalším jevem, který je charakteristický pro pohoří ve střední Evropě je podle Atlasu podnebí Česka (2007) nižší rozkolísanost srážek během roku oproti nížinám, právě díky zimním zvýšeným srážkám, vykazují tedy spíše sklon k oceáničtějšímu chodu srážek, pro který je typické navýšení úhrnů na podzim a v zimě. Pohoří v Čechách jsou přitom více oceánické než hory na východě a severovýchodě Moravy (Atlas podnebí Česka, 2007, s. 79).

2.3 Klasifikace povětrnostních situací

Tato práce využívá poznatků dynamické klimatologie, proto následuje pojednání o jednom z nástrojů dynamické klimatologie: o klasifikacích povětrnostních situací. Počátek dynamické klimatologie klademe do roku 1930, kdy vyslovil Bergeron myšlenku, že by mělo být klima chápáno v dynamickém měřítku. Pokusy totiž ukázaly, že určité vzduchové hmoty mají při svém působení v určitých oblastech odlišné hodnoty meteorologických prvků, například srážek. Proto došlo ke klasifikacím synoptických situací, aby se dalo předpovídat, jak intenzivně se v dané oblasti daný meteorologický prvek projeví.

Typizací povětrnostních situací se rozumí jakýsi systém synoptických situací určený pro danou oblast na základě denních synoptických map. Pro každý den se určuje jeden typ situace. Klasifikace pro oblast Evropy vycházejí z práce F. Baura: Kalendář typů synoptických situací Evropy, sestavený pro léta 1881-1938. Z něj vychází další typizace Hesse a Brezowského. „Podle polohy azorské anticyklóny rozeznává tři cirkulační typy: převážně zonální, smíšený a převážně meridionální, které se dále dělí podle toho, zda má ve střední Evropě počasí anticyklonální nebo cyklonální charakter. Podle tohoto schématu rozlišuje pro Evropu 18 typů synoptických situací. Ve střední Evropě je nejužívanějším kalendářem, vyhovuje ovšem pouze oblasti Německa, což vedlo k vypracování dvou českých klasifikací“ (Meteorologický slovník, 1993, s. 348). První klasifikací je typizace situací podle Končeka a Reina, která byla přímo sestavena pro účely dynamické klimatologie. Hlavním kritériem byl směr proudění ve střední troposféře. Rozlišovala 19 typů situací. Vycházela z typizace HMÚ (viz dále) a na rozdíl od ní se nesnažila ponechávat určitý typ situace po delší dobu (Meteorologický slovník, 1993, s. 349). Pro účely této práce by byla jistě vhodnější, ale pokrývá pouze období 1951-1971.

Druhou typizací, jež zároveň přežila až do dnešních dob, je typizace podle HMÚ. Vznikla pod vedením J. Brádky a vychází stejně jako předešlá klasifikace z katalogu Hesse a Brezowského. Byla sestavena pro oblast tehdejšího Československa. Sloužila k předpovědi počasí střednědobé a dlouhodobé. Dnes je již často nahrazována jinými prostředky. Využívá se jí však stále v dynamické klimatologii, ačkoliv pro tyto účely byla stvořena spíše okrajově. Má i některá jiná omezení: „při vymezování hranic období dělala určité potíže západo-východní orientace území Československa. V některých případech proběhla přestavba na celém území během jednoho dne. V jiných případech, např. při západní situaci, byl dán nástup situace příchodem fronty do Čech, konec při uklidnění na východním Slovensku“ (Katalog povětrnostních situací pro území ČSSR, 1972, s. 9). Z tohoto důvodu se sporné dny vyjadřovaly zvláště pro Česko a Slovensko.

„Jediným z poměrně častých omezení, vyskytujících se při typizování synoptických situací, bylo nepsané pravidlo o délce období s určitým typem situace. S výjimkou putujících anticyklón (Ap) musel každý typ trvat alespoň dva dny. V důsledku této zásady docházelo někdy k případům, kdy cyklonální typ cirkulace trval jeden den, avšak do kalendáře byly zařazeny dva dny“ (Racko, 1996, s. 89).

Samotná klasifikace probíhá na základě přízemních i výškových map a na poloze frontální zóny. Rozeznávají se dva hlavní typy situací: cyklonální a anticyklonální a po konečných úpravách na začátku 70. let celkem 28 typů synoptických situací, místo 21 do té doby. Do té doby se také klasifikovala pouze asi polovina dnů, při kterých byly jednotlivé typy situací jednoznačné. Později se katalog dopracovával až do roku 1946, takže dnes tvoří homogenní řadu. Problémem se tedy může zdát fakt, že klasifikovány jsou i dny nejednoznačné, přechodné.

„První větší změnou bylo rozdělení jednotné typizace pro území Československa od roku 1991 na samostatné typizování pro ČR a SR, nadále však na základě stejných zásad a po vzájemné konzultaci pracovníků synoptických služeb obou ústavů“. (Racko, 1996, s. 89). Z tohoto důvodu se omezují po vzoru Křivancové a Vavrušky (1997) pouze na období 1961-1990, kdy je jistota, že byl kalendář sestavován na základě jednotné metodiky, ačkoliv jsem si vědom toho, že kalendář byl určen pro celé Československo a tato práce se zaměřuje převážně na Jizerské hory.

Obě klasifikace (podle HMÚ a Končeka a Reina) mají prakticky stejně definované situace, liší se od sebe především přiřazením určité situace jednotlivým povětrnostním typům. Porovnáním obou klasifikací se zabýval například Krška (1967). Ve své práci využíval klasifikace Končeka a Reina pro synopticko-klimatologický rozbor ledna za období 1950-1970 Brázdil (1976) a prosince Brázdil (1977) na území bývalého Československa. Na několika meteorologických stanicích tu prokazuje významnost západních a severozápadních cyklonálních situací na úhrnech srážek v oblastech s podružnými prosincovými či lednovými maximy srážkových úhrnů.

V Atlasu podnebí Česka (2007) rozdělují cyklonální povětrnostní situace určených HMÚ takto:

- 1) situace s frontální zónou probíhající od severního Atlantiku do střední Evropy:
Wc, Wcs, NWc, Nc, Vfz
- 2) situace s výškovým jihozápadním prouděním (srážky především v létě):
Wal, SWc₁₋₃, B, Bp
- 3) tlakové níže v oblasti střední, jižní nebo jihovýchodní Evropě:
NEc, Ec, SEc, C, Cv

Tohoto, dle mého názoru vhodného rozdělení, se řídím například v přílohách. Podrobněji zde budou rozebrány pouze některé vybrané situace, především Wc, Wcs a NWc, při kterých lze podle Brázdila (1976), ačkoliv používal typizaci podle Končeka a Reina, Křivancové a Vavrušky (1997), Brádky a kol. (1961) a Kerzelové (1980) očekávat v zimě veliké srážkové úhrny v severních pohraničních horách Česka. Četnost těchto situací je zároveň poměrně vysoká. Pokud by čtenář potřeboval více informací o povětrnostních situacích podle HMÚ, odkazují na internetové stránky ČHMÚ: Popis synoptických typů, kde jsou popsány jednotlivé situace. Četnosti výskytu situací bohatších na srážky jsou vyjádřeny v grafech (2).

Pro území Česka vznikly dvě studie regionálního rozložení a intenzity meteorologických prvků za jednotlivých povětrnostních situací podle HMÚ. Jsou to Křivancová a Vavruška (1997), jež navazuje na: Brádka a kol. (1961). Zatímco v: Křivancová a Vavruška (1997) bylo zpracovávané období 1961-1990, v: Brádka a kol. (1961) bylo zpracováno pouze období 1948-1953. Z tohoto důvodu jsem se zaměřil více na výsledky z mladší publikace. Někdy se jejich výsledky i rozcházejí, může to být ovlivněno různými dobami zpracování a tím že Křivancová a Vavruška (1997) užívali

klasifikace povětrnostních situací po úpravách na začátku 70. let. Pro Slovensko vznikla obdobná publikace jako Brádka a kol. (1961) a to Ballon a kol. (1964). Zpracované období zde bylo 1948-1957. V publikaci Křivancová a Vavruška (1997) bylo záměrem ukázat rozdíly v rozložení prvků při jednotlivých situacích v závislosti na horizontální a vertikální členitosti reliéfu a vyjádření regionálních rozdílů při jednotlivých typech povětrnostních situací.

Dalším zdrojem informací o rozložení srážek během zimního a letního pololetí je nový Atlas podnebí Česka, kde se dají nalézt takto zaměřené mapy, zde vybrané: mapa (3a) a (3b).

Nyní něco o zmíněných vybraných cyklonálních situacích, určených kolektivem HMÚ:

1, Wc (západní cyklonální situace), obr. (2). „Řídícími tlakovými útvary jsou studená cyklóna v oblasti Islandu a Norského moře a teplá anticyklóna, která se udržuje nejčastěji mezi Azorskými ostrovy a Španělskem. Frontální zóna, která probíhá mezi uvedenými řídícími tlakovými útvary, směřuje z mírných šířek Atlantického oceánu nejčastěji přes střední část Britských ostrovů, Dánsko a severní Německo do jižního Pobaltí a odtud dále na severovýchod, v některých případech na východ. Jednotlivé povětrnostní fronty postupující od západu do vnitrozemí zasahují aktivně i naše území. Druhá skupina této situace je charakterizovaná tím, že tlaková níže není stacionární, ale je už pohyblivá. V průběhu období se přesunuje z Islandu anebo z oblasti jižně od Islandu přes Norské moře do Skandinávie. Západní anticyklonální situace se vyskytuje po celý rok. Nejčastěji v zimě a v létě. V přechodných ročních obdobích už nebývá tak častá. Případu se stacionární cyklónou je přibližně 60 %, s pohyblivou tlakovou níží 40 %“ (internetové stránky ČHMÚ: Popis synoptických typů). „V zimě převládá teplá advekce, v létě a v přechodných ročních dobách je četnost dní se studenou a teplou advekcí přibližně stejná“ (Brádka a kol., 1961, s. 7).

„V zimní polovině roku se za této situace velice výrazně projevují orografické vlivy. Výrazně zesílené srážky zaznamenáváme ve všech pohraničních horských oblastech, nejvíce v Krkonoších. Naopak zřetelně vyjádřené závětrí se u této situace projevuje zejména v Podkrušnohoří, v Českobudějovické pánvi, na Jižní Moravě a ve Slezsku. Rozdíly srážkových úhrnů jsou velké, nejvlhčí místa mají zhruba desetinásobné úhrny ve srovnání s nejsuššími místy. V letním období není vliv orografie tak výrazný, i když stále zůstávají zachovány oblasti maximálních a minimálních úhrnů. Rozdíly mezi nimi jsou však mnohem menší vlivem všeobecně slabšího proudění a většího uplatnění srážek konvektivního charakteru. Hory mají srážek méně než v zimě, největší úbytek je patrný na Šumavě, v nížinách jsou úhrny oproti zimě zhruba dvojnásobné. Roční chod průměrného denního úhrnu srážek se vyznačuje maximem v létě, podružným maximem v zimě a minimy v přechodných obdobích. To platí pro všechna výšková pásma, i když na horách je zimní podružné maximum výraznější a dosahuje téměř hodnoty hlavního

maxima letního, zatímco nižší polohy mají zimní maximum velice nevýrazné“ (Křivancová a Vavruška, 1997, s. 19-20). Rozložení srážek na území Česka v zimním a letním pololetí je patrné na obr. (3a).

Jiná je situace při Wc na Slovensku v oblastech s vyrovnaným poměrem zimních a letních srážek, protože zde se za této situace v Malých Karpatech a v okolí Banské Bystrice projevuje srážkově méně vydatně, než v podobných oblastech v Česku. Nejvydatnější srážky bývají za této povětrnostní situace na podzim na SZ a S Slovensku, na jaře zase v horských oblastech středního Slovenska (Ballon a kol., 1964, s. 7).

2, Wcs (západní cyklonální situace s jižní drahou), obr. (2). „Tato situace se liší od Wc tím, že řídicí cyklóna je posunutá jižněji. Udrží se nad Skotskem, Severním mořem a nad jižní Skandinávií. Řídicí anticyklóna je posunutá na jihozápad a setrvává v oblasti Azorských ostrovů. Její výběžek zasahuje v některých případech až do Španělska. Nad východními oblastmi Ruska se dosti často udržuje tlaková výše. Oblast vyššího tlaku leží i nad Grónskem a podporuje příliv studeného vzduchu do frontální zóny. Vzhledem však na polohu řídicích tlakových útvarů, přechází frontální zóna jižněji než při situaci Wc, a to přes Francii, Alpy a naše území na severovýchod do centrální části Ruska. Proudění vzduchu ve vnitrozemí není už tak výrazně zonální jako při situaci Wc, ale postupně dosahuje charakteristických rysů brázdy nízkého tlaku nad střední Evropou. Vlivem silného teplotního kontrastu ve vchodu frontální zóny vznikají nad východní částí Atlantického oceánu frontální vlny, které zasahují ještě aktivně i oblast střední Evropy, na rozdíl od situace Wc, při které přechází přes střední Evropu většinou jen okluzní fronty. Při této situaci bývají ve vnitrozemí vydatné srážky jako při situaci Wc. Západní cyklonální situace s jižní dráhou mívá největší zastoupení v zimních měsících, nejméně se vyskytuje na jaře“ (internetové stránky ČHMÚ: Popis synoptických typů), viz graf (2c). Z výsledků Křivancové a Vavrušky (1997) vypadáva za této situace v zimním půlroce v severních pohraničních horách srážek přibližně stejně jako za Wc, zatímco na Šumavě jich přibývá na maximum v ČR, viz obr. (3a) a (3c).

3, NWc (severozápadní cyklonální situace), obr. (2). „Za tohoto typu situace setrvává řídicí cyklóna nad střední a severní Skandinávií, Baltickým mořem a jižním Finskem. Řídicí anticyklóna se udržuje nad Atlantickým oceánem v prostoru mezi Irskem, Biskajským zálivem a Azorskými ostrovy. Severozápadní cyklonální situace se nejčastěji vyskytuje v zimě, nejméně na jaře. V letních a podzimních měsících je jejich zastoupení dost vyrovnané“ (internetové stránky ČHMÚ: Popis synoptických typů). „Je to rovněž situace, při níž se výrazně uplatňují orografické vlivy. To platí především pro zimní polovinu roku, kdy bývá SZ frontální zóna nejvýraznější a tudíž i proudění nejsilnější“ (Křivancová a Vavruška, 1997, s. 20).

Krátce se zmíním o dalších cyklonálních povětrnostních situacích a o jejich rozložení a vydatnosti srážek.

4, Nc (severní cyklonální situace), obr. (2). Při této situaci jsou srážkové úhrny všeobecně nižší než u NWc, Wc, Wcs a to především díky nižší absolutní vlhkosti vzduchových hmot. Zesílení srážek se projevuje v severních pohraničních horách (Křivancová a Vavruška, 1997, s. 20-21)

5, C (cyklóna nad střední Evropou), obr. (2). Tento typ je srážkově velice vydatný: „Důležitou roli hrají zejména synoptické faktory, vliv orografie za této situace může být částečně eliminován i větším rozptylem směru proudění. Z hlediska vertikálního rozdělení je zajímavé, že zatímco v období od června do srpna mají horské polohy výrazně vyšší úhrny než ostatní polohy (pozn. povodňová situace 2002, extrémní úhrny v Jizerských horách v letním období), ve zbývajících měsících roku jsou hodnoty velice vyrovnané“. (Křivancová a Vavruška, 1997, s. 23).

6, Vfz (vchod frontální zóny), obr. (2). „Situace je tvořena tlakovým sedlem nad střední Evropou, vždy mezi čtyřmi šachovitě rozloženými stacionárními tlakovými útvary. Výškové i přízemní tlakové pole první skupiny je tvořeno azorskou anticyklónou, zasahující svým výběžkem do jihozápadní Evropy nad Francií a západní Alpy, anticyklónou nad severní Evropou, jejíž střed při zemi leží nejčastěji nad Bílým mořem, stacionární cyklónou v jihovýchodní Evropě. Sedlo nižšího tlaku bývá v prostoru Čech, Polska, Německa a Dánska. Jednotlivé frontální poruchy postupující od západu přes Britské ostrovy se nad Severním mořem působením studeného vzduchu, přivedeným od severovýchodu, oživují a pronikají sedlem přes střední Evropu k jihovýchodu. Výškové i přízemní tlakové pole druhé skupiny je tvořeno anticyklónou nad jihozápadní Evropou, při zemi se středem v oblasti Pyrenejí, anticyklónou nad Norským mořem, stacionární cyklónou s přízemním středem na západ od Irska a nevýraznou cyklónou nad východní Evropou. Sedlo nižšího tlaku bývá nad Čechami, Polskem a Německem. Frontální poruchy, které pronikají od západu a jihozápadu přes Anglii do sedla, regenerují obdobně jako v případě první skupiny a postupují sedlem k východu přes Čechy na západní Ukrajinu. Obě skupiny mají stejnou četnost a nejčastěji se vyskytují v zimě a na jaře, nejméně na podzim“ (internetové stránky ČHMÚ: Popis synoptických typů). Rozložení srážek je podobné jako u Wc. Může připomínat Wc či NWc.

7, B a Bp (brázda nízkého tlaku nad střední Evropou a brázda postupující přes střední Evropu), obr. (2): Výraznější vliv mají v létě společně s výskytem konvektivní oblačnosti a srážek, v zimě mohou taktéž připomínat západní cyklonální situace.

8, SWc₂ (jihozápadní cyklonální situace), obr. (2). „Rozložení srážek je v zimě podobné jako při situaci Wc. Srážky padají na okluzních frontách při převládajícím JZ větru v Čechách a Z až SZ větru na Moravě. V létě vliv orografie vcelku značně slábne, protože studené fronty mají pomalejší postup, vlní se a převládají bouřkové deště (Brádka a kol., 1961, s. 21).

9, SWc₁ (jihozápadní cyklonální situace), obr. (2). „Největší četnost srážek je na středním Slovensku a v oblasti Vysokých Tater. Nejvydatnější srážky bývají na podzim,

kdy jejich denní průměr dosahuje většinou 1 až 2 mm, na středním Slovensku okolo 4 mm. Zvětšení srážek ve středním Slovensku si je možné vysvětlit vlivem orografie a zpomalením front v této oblasti. V zimě jsou srážky všeobecně nejslabší“ (Ballon a kol., s. 19).

Při situacích NEc, Ec a SEc je rozložení srážek na území ČR poměrně rovnoměrné bez výrazných orografických navýšení jako při situacích uvedených výše. Srážkově se významněji projevují především v létě, kdy se dostavují konvektivní srážky a např. při situaci NEc i vydatnější deště.

Poněkud odlišná situace panuje za výše zmiňovaných situací na Slovensku. Vysoké srážkové úhrny v zimním pololetí jsou tu způsobené jinými typy než v Česku. Především v oblasti Malých Karpat a v okolí Banské Bystrice při zvýšení srážek v pozdním podzimu. Zvýšené srážky způsobují podle Brázdila (1988) srážkově bohaté frontální systémy spojené s tlakovými nížemi, jež postupují ze Středomoří, tj. převážně typ C. (Otruba, 1964, s. 28 a s. 133) zmiňuje další faktor, kterým je celkově rychlejší výměna vzduchu oproti okolním oblastem mezi Malými Karpaty a Alpami a tím zesílené SZ-JV proudění. Zesílení větru od JV může potom zvyšovat návětrný efekt v širším okolí stanice Modra, viz mapa (1).

Podružné maximum srážek v prosinci vykazují také některé oblasti Vysokých Tater. Převážná většina stanic tatranské oblasti má jednoduchý roční chod s minimem srážek v zimě (především v únoru) a maximem v létě (v červnu, nebo červenci). Výjimkou z tohoto pravidla jsou vrcholové polohy, kde je zřetelně vyvinutý dvojitý chod srážek s hlavním maximem v červnu nebo červenci a vedlejším maximem v prosinci. Hlavní minimum připadá na září - říjen, vedlejší je v březnu (Konček, 1974, s. 471). Ten samý autor ovšem dodává, že přítomnost podružného zimního maxima srážek může být výsledkem chyb měření (navívání sněhu do srážkoměru), o čemž pojednává kapitola o chybách měření srážek (2.5).

Další věcí, kterou je nutné zmínit, je rozdělení ČR na synoptické oblasti, za které v práci: Křivancová a Vavruška (1997) počítali průměrné denní úhrny srážek, a s kterými budou v této práci srovnány výsledky za již zmiňované tři stanice v Jizerských horách. Tyto oblasti byly původně vymezeny již v: Brádka a kol. (1961). „Hranice velkých oblastí č. 4, 5 a 7 byly stanoveny hlavně s přihlédnutím na převládající západní situace, při kterých přecházejí fronty rychle přes celé území. Oblast č. 7 je charakterizována návětrím. Je tam větší oblačnost a znatelný vzrůst srážek. Je jasné, že při některých typech situací, kdy převládá jiné proudění než západní, se mohou hranice oblastí měnit“ (Brádka a kol., 1961, s. 7). Křivancová a Vavruška (1997) přidali nové podtypy a došlo i na změnu hranic oblastí. Rozlišují menší celek 7a, kterému je zde bude věnována větší pozornost. Na obr. (5) jsou dané oblasti vyznačeny.

V této kapitole bylo pojednáno o klasifikaci povětrnostních situací a o srážkově nejvýznamnějších situacích. Výše popsané klasifikace podle HMÚ je užíváno v metodách této práce.

2.4 Vliv orografie na srážky

„Orograficky ovlivněné proudění může mít vliv i na množství vypadávajících srážek. Může vyvolat nebo ovlivnit vývoj srážkových oblaků nebo zesílit srážky propadávající vrstvou orografické oblačnosti, která by jinak srážky neprodukovala“ (Řezáčová a kol., 2007, s. 405). Vzhledem k tomu, že všichni autoři, jejichž práce jsem četl, vidí toto navýšení srážek v severních pohraničních horách Česka jako příčinu orografickou, pokládám za nutné se vlivem orografie na proudění a srážkové úhrny podrobněji zabývat.

Orografická bariéra může spouštět několik procesů, založených na hladkosti a velikosti svahu, stabilitě zvrstvení vzduchu, rychlosti proudění a dalších vlivech. Tyto procesy lze rozdělit dle Roe (2005) na několik případů. Obrázek (4a) znázorňuje případ nuceného výstupu vzduchu po svahu hory, kdy se díky poklesu tlaku tento vzduch roztahuje (adiabaticky ochlazuje), což může vést ke kondenzaci a srážkám u vrcholu překážky (je to vlastně jakási základní představa vzniku orograficky podmíněných srážek). Na obr. (4b) je situace, kdy má atmosféra více stabilní zvrstvení a je potlačeno adiabatické ochlazování, nebo je proudění slabší. Vzduch tak pouze vystupuje do svahu a přes vrchol se nedostane – vznikají taktéž srážky z vynuceného výstupu. Obrázek (4c) zobrazuje zesílení srážek díky přítomnosti orografického oblaku, do něhož padají z výše položeného oblaku srážky (tzv. *seeder-feeder* mechanismus, vysvětlení viz dále). Odkloněný vzduch může vést ke srážkám ve sbíhající se zóně v závětrí, viz obr. (4d). Podmínkou je stabilnější zvrstvení v přízemní vrstvě (omezen výstup vzduchových hmot), jež je příznivé pro boční obtékání orografických překážek, zatímco labilní zvrstvení podporuje změnu větru ve vertikálním směru (Konček, 1974, s. 238). Obrázek (4e) představuje spuštění konvekce denním ohříváním svahu výstupnými proudy prohřátého vzduchu po svahu hory a vede opět ke kondenzaci a vypadávání srážek a to jak před překážkou, tak za jistých okolností i v závětrí (pro podrobnější vysvětlení odkazují na knihu (Řezáčová a kol., 2007, s. 409). V dalších článcích je zmíněna například i další možná příčina: nárůst frontálních srážek zpomalováním pohybu cyklonálního systému a front (Barry, 2003, s. 104).

Zvláštním případem je situace tzv. „orografického blokování“, kdy orograficky podmíněná konvektivní oblaka a srážky vznikají daleko před překážkou. V (Řezáčová a kol., 2007, s. 407-408) to vysvětlují tím, že když se před překážkou hromadí vzduch, který je k ní přinášén, tak to v určité vzdálenosti od překážky vyvolá „hydraulický skok“ (vlny)

se silnými vertikálními stříhy větru, které podporují vznik konvekce. Tento jev má však krátké trvání. Ale díky němu mohou srážky vypadávat i v podhůří hor.

Jak je vidět konvektivní srážky se mohou vytvářet ve všech částech hor a i v předhůří. Ovšem vzhledem k tomu, že v zimních měsících je konvekce do značné míry potlačena, a v této práci jsou hledány především příčiny zimních srážek, budou v potaz brány ty procesy orografického zesílení srážek, při nichž konvekce nehraje významnou roli. Jedním z nich je mechanismus *seeder-feeder* oblaků, zkráceně S-F.

Na obr. (4c) je tento proces znázorněn. Jeho přítomnost bývá přičítána většině orografického zesílení srážek a to i v nižších nadmořských výškách (Browning, 1981, s. 326). S-F efekt objevil Tor Bergeron na konci 40. let 20. století. „Feeder“ oblačnost je orograficky vyvolána nuceným výstupem přes překážku a za vhodných podmínek setrvává u vrcholu hor i delší dobu. Může být bohatá na vodu, pokud je vzduch blízko stavu nasycení před výzdvihem vzduchu. Sama od sebe ovšem nemá čas na to produkovat dešťové kapky díky silným větrům ve vrcholových částech hor. Srážky padající ze středního patra (ze „seeder“ oblačnosti) padají skrz atmosféru do spodního oblaku a obohacují tamní kapičky ve „feeder“ oblaku. Takto se výsledná srážka padající v horách na vrcholu svahů obohacuje a zintenzivňuje (Browning, 1981, s. 326). Orografický oblak sám je nesrážkový. „Umožňuje však, aby přirozená infekce F-zóny částicemi z S-zóny vyvolala růst částic sběrem oblačné vody v F-zóně“ (Řezáčová a kol., 2007, s. 405). Při vypadávání sněhových srážek z horního oblaku je tento proces obdobný a na sněhové vločky se nabalují přechlazené vodní kapky ve spodním oblaku, které na nich ulpívají a zmrznou (Řezáčová a kol., 2007, s. 383-384). Důležitým faktorem ovlivňujícím růst hydrometeorů v tomto případě je i rychlost větru v „F“ oblaku a to přímo čtverci rychlosti proudění. Tyto závěry platí i pro konvektivní oblačnost. Uvedený S-F efekt se vyskytuje například i mezi pásy ve frontální oblačnosti typu Nimbostratus (Řezáčová a kol., 2007, s. 209).

„Pro S-F efekt je však obvyklejší případ, kdy se orograficky vyvolaný oblak překládá přes oblačnost již existující například při přechodu frontální oblačnosti přes horský hřeben. Na kondenzaci vyvolanou prouděním do svahu lze potom nahlížet jako na orografické zesílení frontální srážky vynuceným vzestupným pohybem. Na závětrné straně působí sestupné proudění opačně a má na frontální oblačnost vysušující účinek. Je nutné vzít v úvahu, že ve skutečném terénu může proudění obtékat jednotlivé hory nebo protékat údolími mezi nimi. Pokud tedy vzniká oblak v oblasti hor, je jeho vývoj výsledkem kombinovaných účinků dynamiky konvekce i orografie“ (Řezáčová a kol., 2007, s. 407).

(Sawyer, 1956, s. 375) ve svém článku o orograficky podmíněném dešti rozlišuje tři měřítka příčin zvýšených úhrnů srážek na horách: **a**, synoptické faktory velkého měřítka, které určují charakter vzdušných mas překračujících kopce, dále rychlost větru, jeho směr, stabilita a vlhkost vzduchu; **b**, dynamika pohybu vzduchu proudícího přes nebo

okolo horských překážek, ovlivnění výškou, kvůli které jsou vrstvy vzduchu vyzdviženy; c, mikrofyzikální procesy tvorby deště a oblaků, míra kondenzace a skupenství. Přičemž příznivý vliv na orografii zesílené srážky má silný vítr, dostatečně vlhká vzduchová hmota v celé mocnosti a blízkost zvrstvení vzduchu k neutrální stabilitě (teplota klesá s výškou stejně rychle jako suchá adiabata) a zvrstvení bez stabilních vrstev nebo inverzí (Sawyer, 1956, s. 378).

Účinek orografie během výstupu po svahu se na srážky tedy projevuje nejvíce za silných větrů na rozsáhlých pohořích, vzduch musí být dostatečně vlhký a teplotní zvrstvení blízké neutrálnímu. Tyto podmínky jsou nejběžnější v teplých sektorech cyklón (Sawyer, 1956, s. 378) a Barry (1981). Vzduch před frontou se stává uvězněný, takže má tendenci zpomalit pohyb ve spodní části fronty. To umožňuje zvýšení trvání oblačnosti a deště na návětrné straně. Pohyb ve vyšších částech fronty je nepřerušen a v závětrří se vyskytuje fén (Barry, 1981, s. 92).

V poslední době dovolují radarové studie sledovat frontální rozdíly detailněji. Obecně platí, že orografický efekt na srážkové úhrny je na studených frontách méně významný, než na frontách teplých. „V teplém sektoru může existence S-F efektu zvýšit srážky o 1-2 mm/hod i na vrcholcích 400 m vysokých“ (Bader, M. J. a Roach, W. T. 1977: Orographic rainfall in warm sections of depressions, Q. J. R. Met. Soc., 103, 269-280 in: Barry 1981, s. 182). Tyto projevy vysokých srážek na teplých frontách lze očekávat více v zimě než v létě, protože v létě bývají teplé fronty nevýrazné a srážkově méně vydatné.

2.5 Chyby měření srážek

„Měření atmosférických srážek na meteorologických stanicích je zatíženo četnými náhodnými a systematickými chybami“ (Brázdil a Štěpánková, 1998, s. 142). Proto musí být výsledky, které pracují se srážkovými daty brány do jisté míry jako orientační a při práci s nimi nelze jít do podrobnějších měřítek na úroveň jednotlivých milimetrů. Považují za důležité všechny chyby alespoň vyjmenovat, aby měl čtenář představu o tom, co všechno může měření srážek, především v horských polohách ovlivnit. Významněji se zde zmíním o chybách systematických.

Srážkoměrná síť patří v České republice k jedné z nejhustších v Evropě. V období od roku 1961 se srážky měří výhradně srážkoměrem METRA o záchytné ploše 500 cm² 1 m nad zemí, výjimkou jsou horské stanice, kde to může být i výše, kvůli výskytu vysoké sněhové pokrývky. Postupně se zahušťuje síť ombrografů, jež dokáží měřit intenzitu srážek, ale pouze v bezmrazovém období (pro většinu stanic od 15. 4. do 15.10.). Od roku 1997 se srážkoměr METRA začal nahrazovat srážkoměrem automatickým MR3H se stejnou záchytnou plochou a mechanismem děleného překlápěcího člunku měřicím

s rozlišením 0,1 mm. Podle studie Gajduškové (2006) měří automatický srážkoměr spíše podhodnocené úhrny než typ METRA. Z těchto důvodů uvádím u každé ze stanic, jejichž data zde budou využívána, datum automatizace.

Srážkoměr METRA se skládá z velké srážkoměrné nádoby, nálevky a konvice (do které srážky padají). Srážky se měří na většině neautomatizovaných stanic jednou denně ve smluvenou dobu v 7:00 místního času. Srážky se přelívají z konvice do odměrky, kde se posléze odměří. Sníh se nechá roztát v ne příliš teplé místnosti kvůli výparu. V bezmrazovém období se do srážkoměrné nádoby vloží konvice, do níž se nasadí nálevka pro svádění srážek. V mrazovém období se jako srážkoměr používá velká srážkoměrná nádoba bez nálevky a srážky do ní padají přímo. „Toto poměrně jednoduché měření je zatíženo vedle náhodných chyb souvisejících s činností pozorovatele i systematickými chybami plynoucími z jeho konstrukce a ze způsobu měření, takže naměřené úhrny srážek mohou být výrazně nižší než skutečné. Největší ztráty vznikají v důsledku aerodynamického efektu srážkoměru, kdy zrychlení proudění nad zachytnou plochou srážkoměru způsobuje strhávání srážek mimo měrný válec. Pokud jsou spadlé srážky zachyceny ve srážkoměrném válci po dobu několika hodin před vlastním měřením, dochází ke ztrátám srážkové vody v důsledku výparu. Další ztráty vznikají ulpíváním vody na nálevce srážkoměru v době srážek a v konvici nebo ve srážkoměrné nádobě při jejím vylévání do odměrky (tzv. omočení)“ (Atlas podnebí Česka 2007, s 82-83). Výsledné srážky jsou tedy v naprosté většině případů podhodnocené a v ČHMÚ se nijak dále neupravují.

„V letech 1971-1985 byla řešena v rámci státní výzkumné úlohy II-5-1 samostatná etapa zahrnující měření systematických chyb srážkoměrů METRA. Měření probíhalo v letech 1973-1985 v Bratislavě, Ostravě i jinde. Cílem uvedeného výzkumu bylo analyzovat tři základní systematické chyby srážkoměru METRA: chyby měření srážek v důsledku omočení stěn srážkoměru (při každém padání srážek), v důsledku výparu srážkové vody ze srážkoměru a v důsledku vlivu proudění vzduchu na padající srážky“ (Lapin a Priadka, 1987, s. 9). Na Slovensku potom na základě tohoto výzkumu vytvořili později mapu s korigovanými srážkami pro celé území SR.

Výsledky ukázaly, že ztráty způsobené omočením vnitřních částí srážkoměru navýší srážky o 1,5 – 2 % (pro SR). Největších chyb je dosahováno v zimě na horách (až 5 %).

Ztráty výparem jsou daleko vyšší v zimě, z důvodu asi 10x větší výparné plochy způsobené jiným způsobem měření srážek než v létě (Brázdil a Štěpánková, 1998, s. 143) a dosahují v zimním půlroce 9,9 % a v letním 3,2 % (vzato pouze pro nížiny Slovenska).

Největších chyb je však dosahováno v důsledku větru a výpočet této chyby je teoreticky i experimentálně podstatně náročnější než předchozí dva případy. Asi nejsložitějším je převod rychlosti větru z 10 m na úroveň zachytné plochy srážkoměru, tedy na 1 m (Brázdil a Štěpánková, 1998, s. 143). Srážky jsou díky aerodynamickému

efektu vyvívány nad záchytnou plochu srážkoměru. „Tento efekt ovlivňuje značně odlišně kapičky deště a sněhové vločky a také odlišně působí na padající srážky o různé velikosti. Zjednodušeně je možné říci, že nejméně jsou ovlivněné intenzivní tekuté srážky s velkými padajícími kapkami a nejvíce malé a lehké sněhové vločky při nízkých teplotách“ (Lapin a Priadka, 1987, s. 12). Autoři článku ovšem dodávají, že použité údaje opravňují doporučit korekce vlivem větru pouze do výšek 500 m, mimo hřebenové polohy. V těchto oblastech (do 500 m) by se navýšily srážkové úhrny způsobené chybami způsobenými větrem o 6 %, nejvíce v lednu okolo 15 % a nejméně od května do září – okolo 3 %.

Proti větru se používají různé ochrany, například Nipherova, v Česku a Slovensku pouze výjimečně.

V další práci: Lapin a kol. (1990), jsou na základě korekcí z: Lapin a Priadka (1987) opraveny srážkové úhrny v síti 700 srážkoměrných stanic na Slovensku za období 1981-1988 (ne pro všechny stanice však měli rychlosti větru, ty musely být dopočítávány). Z tabulky koeficientů na straně 104 je patrné, že nejvyšších chyb je dosahováno v zimních měsících ve vyšších nadmořských výškách. Rozlišují se zde stanice na silně větrných a mírně větrných polohách. Tak například stanice v mírně větrné poloze ve výšce 800 m má v únoru koeficient poměru opravených srážek k naměřeným 1,32 a v červnu 1,08. Stanice ve 200 m v únoru 1,29 a červnu 1,09. Uvedené výsledky je opět nutné brát jako orientační, hlavně díky schematizaci použitých metod a díky chybějícím údajům o rychlostech větru na většině srážkoměrných stanic.

Názorně je vidět rozdíly v opravených (korigovaných) srážkách mezi nižšími a vyššími polohami na grafu (5) převzatého z Atlasu podnebí Česka (2007). Na třech stanicích v Česku byly vypočítány korigované srážky R. Brázdilem a P. Štěpánkovou. Z grafu je patrné, že nejvíce jsou podhodnocené srážky v zimních měsících na Lysé hoře.

Z výše uvedených skutečností vyplývá, že když si uvědomíme, že zájmové území této práce je na horách, tak musíme počítat s tím, že úhrny jsou zde obzvláště v zimě velice podhodnocené díky intenzivnějšímu větru a díky dalším vlivům výše uvedeným. Ze všech třech hlavních systematických chyb (v důsledku omočení, výparu a větru) dochází k nejvíce podhodnoceným srážkám právě v zimě v nejvyšších polohách.

Navíc na horách, kde bývá dostatečně vysoká sněhová pokrývka, se objevuje ještě jeden typ chyby a to je navívání sněhu do srážkoměru. „Do srážkoměru padají sněhové částice z proudění unášené větrem na úroveň jeho příjmového otvoru, přitom bez rozdílu jakého jsou původu – jako srážky z oblaků nebo sebrané větrem z povrchu sněžného pokryvu. I zde platí všechny zákonitosti obtékání srážkoměru proudem vzduchu obsahujícím srážkové částice“ (Šver, 1976, s. 77). Dále dle této autorky platí, že se sníh v době vypadávání obvykle dává do pohybu až od 4,2 m/s. Když nesněží a pouze fouká vítr, tak je to 8,5 m/s. Při vyšších rychlostech než 17 m/s se už silně uplatňuje aerodynamický efekt nádoby a vločky se jí spíše vyhýbají. Tyto chyby mohou tvořit v mírných šířkách bývalého SSSR 5-10% (Šver, 1976, s. 78). Navívání sněhu tak za

jistých okolností působí proti ztrátám srážek vlivem třech hlavních systematických chyb popsaných výše. Na navívání sněhu upozorňuje také Konček (1974), a vysvětluje tím vysoké srážkové úhrny na některých stanicích ve Vysokých Tatrách.

Konček (1974) se zmiňuje o dalších možných faktorech pro oblast Vysokých Tater: „Lomnický štít má anomálie, které jsou ve všeobecnosti charakteristické pro štítové polohy, v zimě jsou srážky silně zvýšené jednak navíváním sněhu, jednak intenzivním tvořením horizontálních srážek, které se hromadí ve vnitřních stěnách srážkoměru v blízkosti záchytné plochy. V létě se v oblasti vrcholů vyskytují silné konvektivní proudy, které vynášejí drobnější kondenzační produkty do výšky, dokud jejich váha nepřekročí sílu vertikální složky výstupného proudění. Tím se v porovnání s jinými oblastmi snižuje v létě efekt srážkových jevů“ (Konček, 1974, s. 471). Tento autor se také domnívá, že podružné srážkové maximum v prosinci na Lomnickém štítě a jiných lokalitách ve Vysokých Tatrách je do značné míry způsobeno navíváním sněhu do srážkoměru.

Důležitým upozorněním, kterým je nutno se při porovnávání srážkových úhrnů z různých stanic zvláště na horách řídit je to, že se mohou vyskytovat zdánlivě vysoké úhrny srážek na stanicích se slabým větrem nebo též v polohách chráněných přirozenou protivětrnou ochranou (Lapin, 1990, s. 101). Může se tedy stát, že stanice v nižších polohách budou mít vyšší srážkové úhrny, než stanice výše položené, vystavené silnějším účinkům větru. Nelze tedy bez rozmyslu porovnávat jednotlivé stanice ze stejné oblasti mezi sebou, pokud víme, že se liší v jejich okolí významně průměrné rychlosti větru způsobující podhodnocené úhrny srážek.

Další vliv na měření má i přesun srážkoměrů v rámci dané lokality, ačkoliv může být název stanice nezměněn. Změní se tím okolní prostředí, jež hraje úlohu při proudění vzduchu a to se potom odráží ve výsledných srážkových úhrnech. Tento jev je u nás velice častý, stanice se často stěhují, i když to je pouze v rámci dané obce, může to mít své následky, projevující se jako poruchy homogenity v datových řadách.

Další (náhodné) chyby může vyvolávat např. výměna pozorovatelů na dané stanici, neodstraňování usazenin atd. V (Lapin a Priadka, 1987, s. 9-10) dále i „deformace proudění vzduchu blízkými překážkami, nakloněná záchytná plocha srážkoměru, nestandardní nátěr, perforovaný anebo korozi a mrazem poškozený srážkoměr. Nedodržování metodiky měření se též většinou projevuje jako systematické snižování úhrnů měřených srážek. Patří sem podle Návodu pro pozorovatele srážkoměrných stanic (2007) časté zanedbávání malých úhrnů srážek, nepoužívání malé nádoby v letním období, rozlití srážkové vody při měření, nesprávný postup při měření tuhých a smíšených srážek ponecháním velké nádoby s roztávajícími se srážkami v teplé a suché místnosti delší dobu atd. Srážkoměr by dále podle neměl být umístěn v blízkosti velkých staveb, stromů a podobných překážek, nepřípustné jsou v okolí umělé povrchy jako asfalt a beton.

Základní systematické chyby je možné významně zmenšit jen úpravou konstrukce

srážkoměru a změnou použitého materiálu. Podle Návodu pro pozorovatele srážkoměrných stanic (2007) zkušenosti ze zahraničí potvrzují, že by to musely být takové změny, které by významně narušily časovou homogenitu řad měření. Proto se ukazuje jako přijatelnější řešení dělat korekce měřených úhrnů srážek podle ověřených metod.

Usazené srážky mohou ovšem také především na horách ovlivňovat přesnost měření, proto do výpočtů průměrných denních úhrnů srážek dosazovali Brádka a kol. (1961) a Křivancová a Vavruška (1997) úhrny větší, nebo rovny 0,4 mm. Vyhnuli se tím také nepřesnostem při měření malých srážek. Tak tomu je i v této práci.

To byl tedy výčet chyb, které se mohou při měření srážek vyskytnout. V horských polohách díky nim dochází v zimě k velkému podhodnocení srážkových úhrnů a celkový chod ročních srážek se zde zdá kontinentálnější, než ve skutečnosti je. Tato kapitola tak měla uvést do této problematiky a nastínit možná omezení plynoucí z používání srážkových dat.

2.6 Vybrané charakteristiky zájmového území

„Ve Středoevropských vysočinách je rozložení teplot i srážek ovlivněno především nadmořskou výškou a tvary reliéfu. Izotermy i izohyety zhruba kopírují vrstevnice. Zatímco kotliny, pánve a údolní polohy jeví kontinentální rysy podnebí (větší teplotní rozdíly, sucho), mají vrchoviny a horské masivy spíše oceánické rysy: jsou studenější, vlhčí a vykazují menší rozdíly teplot. V rozložení srážek se významně uplatňuje návětrná či závětrná poloha svahů proti převládajícím západním větrům“ (Král, 2001, s. 110).

V následující kapitole budou nastíněny podmínky pro proudění vzduchu v Jizerských horách (současná orografie hor). Jak již bylo řečeno, intenzitu srážek na horách neovlivňuje pouze směr větru, ale i jeho rychlost (čím rychlejší vítr, tím více vzduchu přichází a návětrný efekt se silněji projevuje). Bylo by tedy vhodné doplnit údaje o srážkách údaji o rychlosti větru za jednotlivých povětrnostních situací dle HMÚ v Jizerských horách. Bylo ovšem velice složité hledat odpovídající zdroj informací. Pouhý nástin těchto poměrů uvádí Kerzelová (1980).

Z přírodních sfér postačí pro popis Jizerských hor pouze morfologie terénu, protože ta ovlivňuje rozložení srážek nejvíce. Popisovat všechny ostatní přírodní sféry Jizerských hor by bylo zbytečné a neúčelné.

Jizerské hory tvoří samostatnou geomorfologickou jednotku, ačkoliv jsou často brány do kontextu Jizersko-krkonošského masívu. Mají v podstatě elipsovité půdorys s podélnou osou protáhlou od SZ k JV, asi 30 km dlouhou. Dokládají to mapy se shlazeným terénem. Od Krkonoš jsou odděleny nevýrazným Novosvětským sedlem, takže tvoří čelnou západní část mohutného orografického celku. Jižní svahy klesají pozvolna do vnitrozemí Čech, severní svah je zlomový, velmi srázný, vysoký až 600 m. Směrem k SV

se vrcholy zvyšují až k nejvyššímu vrchu 1126 m (Wysoka Kopa). Centrální část pohoří je charakteristická zarovnanými povrchy a náhorními plošinami. Hlavní směr hřebenů je SZ-JV. Nejlépe se orografie vyjádří mapou, viz mapa (2). Na Z a J obklopují hory rozsáhlé hřbety Černostudniční (869 m) a Ještědsko-Kozákovský (1012 m). Za nimi směrem do centra pohoří následují kotliny vyplněné městy Libercem a Jabloncem nad Nisou. Liberecká kotlina se díky své stísněné poloze mezi Ještědským hřbetem a Jizerskými horami vyznačuje směry větru od JV nebo SZ. Za těmito kotlinami následují postupně směrem do centra pohoří zvedající se pásma hřbetů SZ-JV orientace (Hejnický, Vysoký jizerský, Vlašský, Desenský, Střední jizerský, Bedřichovský hřeben a samostatný komplex Špičáku). Na severu je výrazný Hejnický hřeben (1006 m). Centrální část hor vyplňuje náhorní plošina se zaoblenými vrchy (Jizera 1122). Nejvyšší částí pohoří tvoří Vlašský a Vysoký jizerský hřbet, jež jsou odděleny rovinatým prameništěm Jizery (cca 700 m n. m.). Díky své nárožní poloze jsou vystaveny větrům ze západních, jižních a severních směrů. „Čelní předsunuté a nechráněné postavení Jizerských hor v severozápadní části Sudetské soustavy, umožňuje působení vzduchových hmot přicházejících převážně ze západního sektoru“ (Kerzelová, 1980, s. 8).

Podle téže autorky dochází k deformaci vzdušného toku a podle polohy v rámci pohoří je větrné proudění v Jizerských horách značně rozdílné. Dále říká, že na severní straně Jizerských hor dosahuje nejvyšších četností vítr od západu, v jižních částech pohoří převažuje četnost spíše ze severního kvadrantu. V Liberecké kotlině severozápadní a jihovýchodní směr, což v obou případech odpovídá krajinné konfiguraci terénu.

2.7 Závěr

Na závěr bych shrnul, které zdroje byly zásadní. Pro nastudování daného problému to byly práce: Brázdil (1976), (1977), (1988) a Nosek a kol. (1976), metoda práce byla přejata od Křivancové a Vavrušky (1997). Co se týče informací o Jizerských horách – hlavního zájmového území, tak jako materiál ke studiu tohoto pohoří jsem použil diplomové práce tří studentů, kteří se zabývali podrobně větrnými a srážkovými poměry této oblasti: Kerzelová (1977), Kameník (1982), Frąckiewicz (1979). Některé informace lze nalézt také v publikacích o experimentálních povodích Jizerských hor, kde probíhá monitoring od roku 1983 zkoumající především srážkově-odtokové změny po odlesnění tohoto pohoří a rovněž monitoring acidifikace. Mají své vlastní srážkoměrné stanice, ale měření srážek provádějí pouze v letním období, takže jejich data by neměla pro tuto práci velký význam. Doplnující informace jsem hledal v současných učebnicích meteorologie: Kopáček a Bednář (2005) a Bednář (2003), definice pak v Meteorologickém slovníku výkladovém a terminologickém z roku 1993. Většina literatury, která je zde uvedena se může zdát zastaralá, díky svému roku vydání. Je to ovšem způsobené tím, že se především zabývám obdobím 1961-1990 a že typizace povětrnostních situací HMÚ vznikala v 50.

letech minulého století. Navíc toto téma, kterým se zde zabývám, nemá pro svou specifickou tak dynamický literární a publikační vývoj, jako jiná témata v klimatologii.

3 METODY A PRŮBĚH PRÁCE

3.1 Zdroje a kvalita dat, popis vybraných stanic

V rámci Jizerských hor jsem se zaměřil spíše na jejich jižní část. Důvodem byla úplnost dat za zkoumané období 1961-1990 na některých stanicích v jižní části pohoří. Příčinou toho, proč nemohlo být zkoumáno celé pohoří, bylo to, že ve vrcholových částech chybějí stanice (jistou kompenzací tvoří výše položená stanice Desná - Souš, jež se nachází na okraji náhorní části hor). Stanice Jizerka a Josefův důl měly veliké přestávky v měření srážek. Na severu je klimatologická stanice Hejnice, která nebyla do seznamu stanic zařazena pro svou vysoce specifickou nálevkovitou návětrnou polohou, projevující se v extrémních úhrnech srážek především v létě. Klima Jizerských hor je všeobecně vlhké, srážkové poměry se zde jeví velice komplikované.

Cílem této práce bylo zjistit, jaké povětrnostní situace dosahují v zimním období v Jizerských horách největších srážkových úhrnů. Pro tyto účely byla pořízena data denních úhrnů srážek za období 1961-2009 ze tří meteorologických stanic: Bedřichov - přehrada, Desná - Souš (klimatologické, dále v textu pouze Bedřichov a Desná) a Smržovka (srážkoměrná) stanice. Výběr stanic, jak již bylo řečeno, se řídil podle toho, které stanice měly nejvíce ucelenou řadu měření bez významnějších přerušení. Informace o úplnosti řad měření na jednotlivých stanicích byly před pořízením dat čerpány z: Coufal, Langová a Míková (1992). V tabulce (1) jsou uvedeny základní charakteristiky vybraných stanic. Je patrné, že během tohoto období stanice nepatrně měnily svoji polohu. Nejvíce svoji polohu měnila stanice Smržovka, která v průběhu zkoumaného období zaujímala různá stanoviště v celé obci. Důležité bylo také datum automatizace (Desná 22. října 2004 a Bedřichov 1. prosince 2004), protože došlo ke změně typu srážkoměru. Po automatizaci lze totiž očekávat podle Gajduškové (2006) o něco nižší úhrny než dříve. Stanice Smržovka byla po celé období manuální. Data ze stanic Desná a Smržovka vykazovala přerušení uvedená taktéž v tabulce (1). V lednu 1976 mělo dojít na stanici Desná k poruše srážkoměru.

Tři stanice by měly být dostatečný počet pro prokázání určitého jevu v dané oblasti. Pro zpracování dat bylo využito programu Microsoft-Excel, především kontingenčních tabulek.

Nejjednodušší způsob jak otestovat věrohodnost naměřených srážek bylo porovnat pokaždé denní úhrny ze dvou stanic. Byly dány vedle sebe do sloupce naměřené denní srážkové úhrny za celé období vždy za dvě stanice, tedy celkem třikrát (Bedřichov a Smržovka, Desná a Smržovka a Bedřichov a Desná) a jednotlivé denní úhrny od sebe

odečteny. Takto byly vypočítány rozdíly úhrnů srážek pro každý den celého období 1961-2009 a následně vyfiltrovány dny s největšími rozdíly. Z výsledků vyplynulo, že denní úhrny mohou na tak malém území (stanice jsou od sebe vzdáleny max. 10 km) dosahovat i přes 100 mm. Naprostá většina největších rozdílů se však vyskytuje v letních měsících, kdy se mohlo jednat o lokální intenzivní bouřky. Ale i například 30. ledna 1982 napadlo na Desné 80,6 mm, zatímco na Smržovce o 48 mm méně. Takovéto rozdíly jsou však ojedinělé. Pro hlubší posouzení kvality dat byly též vypočítány hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu pro denní úhrny mezi dvojicemi stanic. Nejvíce podobné srážkové úhrny mají za období 1961-2009 stanice Desná a Smržovka (Pearson = 0,88), tedy poměrně vysoká hodnota. Korelace mezi Bedřichovem a Desnou vykazovala 0,84 a mezi Smržovkou a Bedřichovem je nejmenší závislost: 0,80. Hodnoty tohoto koeficientu jsem vypočítal i pro dílčí dvacetiletá období, a lze prohlásit, že se nevyskytlo období, kdy by se mezi některými dvěma zkoumanými stanicemi dostavilo výrazné odchýlení od průměrné závislosti.

Lze tedy říci, že data by měla být poměrně věrohodná. V lednu 1976 na stanici Desná, byla podle: Coufal, Langová, Míková (1992) hlášena porucha srážkoměru. Tento měsíc byl na srážky na všech stanicích nejbohatší za celé zkoumané období. Rozdíly úhrnů srážek ledna 1976 mezi Desnou a zbývajícimi stanicemi byly blízko průměrným rozdílům za období 1961-2009, proto byl tento měsíc (i přes hlášení chyby) použit do zpracovávacího procesu. Vzhledem k tomu že se jedná o jeden měsíc, výsledky by neměly být nijak významně ovlivněny.

Pro účely této práce bylo vhodné dané stanice navštívit. Všechny stanice jsem navštívil v jediný den 19. března 2010. Účelem této cesty bylo bližší zhlédnutí nejbližšího okolí srážkoměru, typu srážkoměru a pořízení fotodokumentace dané stanice. Následuje popis jednotlivých stanovišť.

Smržovka je srážkoměrná stanice. Srážkoměr zde byl v celém sledovaném období umístěn v zástavbě. Do roku 1995, tedy po většinu období, byla jeho poloha nedaleko hlavního smržovského náměstí. Orientace svahu byla jižní. Z východní strany je asi 100 metrů vzdálen železniční násep. Celá Smržovka se nachází v poměrně stísněném údolí Smržovského potoka, které je hluboké cca 250 m a z jihu sevřené Černostudničním hřebenem, ze severu skupinou menších vrcholů, viz mapa (2). V krátkém časovém období mezi lety 1995 až 2000 se srážkoměr nacházel asi kilometr daleko od původní polohy. Na tomto místě byla nejspíše silně omezena ventilace vzduchu, protože byl z jedné strany obklopen vysokými budovami a z druhé strany strmým, asi 50 metrů vysokým svahem nad Smržovským potokem. Od roku 2000 je přestěhován na lokalitu poblíž vleku Filip. Současná poloha (vybraná pracovníky ČHMÚ) je opět v zástavbě (viz fotografie (e) a (f) v příloze) a je o 40 m výše na svahu Černé Studnice s orientací k SZ. Blízkost plotu by neměla mít na měření velký vliv, protože je nižší než horní okraj srážkoměru. Za poněkud nevyhovující se může zdát blízkost okolní tůje a budov. Vzhledem k tomu, že se

srážkoměr nachází mezi dvěma budovami, může zde docházet za určitých situací k lokálnímu zesílení větru nebo naopak za jiných situací k jeho útlumu. To může mít vliv na výši naměřených srážkových úhrnů. Po rozhovoru s pozorovatelem dané stanice je srážkoměr vystaven i kuriózním náhodným vlivům. Protože je umístěn u cesty a jeho vzhled připomíná odpadkový koš, tak se stává, že lidé do něj často hází odpadky. Jak moc velký vliv to má kvalitu měření, nedokážu posoudit.

Desná je klimatologická stanice. Nachází se v rovinatém terénu nad údolím potoka Černá Desná mezi Desenským hřebenem a Vlašským hřebenem, jež se s mírnými sklony svažují do údolí. Hřebeny jsou orientované přibližně S – J směrem a vítr na této stanici dosahuje nejvyšších četností podle Kerzelové (1977) právě ze severu a jihu. Velká plocha Soušské přehrady umožňuje volný postup větru ze severních až severozápadních směrů. Poloha srážkoměru se výrazně neměnila (max. o 10 m). Srážkoměr je zde standardně umístěn a v jeho nejbližším okolí nejsou významné překážky. Výška horního okraje srážkoměru je standardně 1 m. V současné době je srážkoměr automatický. Nevýhodou může být to, že celý komplex meteorologických zařízení je na vršku a jistě zde může velice foukat vítr, který významně podhodnocuje měření srážek. Na stanici jsou také umístěny srážkoměry kontrolní. Data z této stanice by měla tedy být relevantní. Ze všech tří stanic má nejspíše nejlepší podmínky pro měření.

Bedřichov je opět klimatologická stanice umístěná u přehradu. Její historie je ze všech stanic nejstarší a měření srážek zde započalo již v 19. století spolu s postavením přehradu. Orientace údolí a obklopujících hřebenů je SV-JZ. Stanice se nachází v úrovni horního okraje hráze asi 20 m nad úrovní potoka Černé Nisy. Svahy údolí jsou tu opět jako na Desné pozvolné, převýšení činí asi 100 m. Území v okolí stanice je otevřeno jižním a severním větrům, plocha přehradu může opět způsobovat případ, kdy se vítr může rozeběhnout ze severního kvadrantu. Podle (Frackiewicz, 1979, s. 28) má nejvyšší četnost směrů větru ze severního a jižního sektoru. Samotný srážkoměr po celé období neměnil významně svoji polohu (řády metrů). Nachází se u cesty (viz fotografie (c) v příloze) a naproti němu je přes deset metrů vysoká budova a až 15 m vysoké stromy. To může být bráno negativně, protože za určitého proudění dané překážky mohou srážky zachycovat a podhodnocovat tak úhrny. Od konce roku 2004 došlo k automatizaci a srážky se měří člunkovým srážkoměrem.

Data denních úhrnů srážek by tedy měla alespoň z klimatologických stanic být kvalitní, o kvalitě dat ze Smržovky je možné polemizovat.

3.2 Metody a postup práce

V předkládané práci byla použita jedna z metod dynamické klimatologie popsaná již ve výše uvedených kapitolách. Bylo studováno, za jakých synoptických situací dochází ke specifickému projevu určitého meteorologického jevu, v tomto případě úhrnů srážek.

Cílem této práce je nalézt povětrnostní situace (směr proudění) a období v zimním půlroce, kdy dochází k největším úhrnům srážek na třech vybraných stanicích v Jizerských horách (Bedřichov, Desná a Smržovka). Výsledky umožní posoudit vliv proudění na srážkové úhrny v jednotlivých částech tohoto pohoří a nalézt polohu návětrných a závětrných svahů. Úkolem je také mj. kvantifikovat rozdíly v úhrnech srážek mezi jednotlivými povětrnostními situacemi a mezi letním a zimním půlrokem. Pro rozpoznání povětrnostních situací projevujících se vysokými srážkovými úhrny bylo potřeba nalézt srovnání s okolím Jizerských hor. Budou zde tedy srovnány hodnoty průměrných denních úhrnů srážek za vybraných povětrnostních situací za synoptickou oblast 7a a území Čech z: Křivancová a Vavruška (1997) neboli NKP 27 s průměrnými denními srážkami spočítanými stejnou metodou pro tři stanice v Jizerských horách (tabulky 2 v příloze).

Podle rozdělení České republiky na synoptické oblasti se Jizerské hory nacházejí právě v oblasti 7a, znázorněné na obr. (5). Zabírá část pohraničních hor severních a severovýchodních Čech. Za tuto oblast vybrali v: Křivancová a Vavruška (1997) 26 reprezentativních stanic. Z toho tři stanice byly spojeny ze dvou řad pozorování, protože byly buď blízko u sebe, nebo neměly úplné řady měření. Za tyto vybrané stanice spočítali průměrné denní úhrny srážek pro všechny povětrnostní situace určené kolektivem HMÚ zvlášť pro zimní a letní půlrok.

Protože oblast 7a je dosti malá a počet stanic, ze kterých se průměr v NKP 27 počítal, činil pouhých 26, budou porovnány výsledky i s celými Čechami. Průměrné denní úhrny srážek za Čechy pro jednotlivé povětrnostní situace byly vypočítány jako průměr z těchto oblastí: 1, 2, 3, 4a, 4b, 5a, 5b, 6, 7a. Celkem tedy za 126 stanic měřících srážky.

V NKP 27 jsou uvedeny i průměrné denní srážky za danou povětrnostní situaci pro celou Českou republiku (průměr za všechny synoptické oblasti). Tohoto průměru jsem však neužil, protože je zřejmé, že Čechy a Morava se srážkově, především v zimě liší, viz obr. (1). Na Moravě prakticky nejsou oblasti se zvýšenými zimními srážkami. Čechy tak mohou tvořit jakýsi porovnatelný celek, vhodnější, než kdyby se brala do úvahy celá Česká republika.

Po získání dat byly nejdříve spočteny průměrné měsíční úhrny srážek za období 1961-2009 a 1961-1990, viz tabulka (1b). Posléze byly vypočítány průměrné denní úhrny srážek za všech 28 povětrnostních situací pro zimní a letní půlrok za období 1961-1990 (tabulky 2). Protože půlroční průměry mohou skrývat některé výrazné odchylky v chodu srážek, byly taktéž vypočteny průměrné denní úhrny srážek za všechny povětrnostní situace pro všech dvanáct měsíců v roce za období 1961-2009 (tabulka 3). Tyto měsíční

průměry nebyly spočteny za období 1961-1990, ale za období nejdelší možné, aby se daný jev spolehlivě projevil.

Ve výsledných tabulkách v příloze jsou zobrazeny pouze situace cyklonální, protože srážkové úhrny za anticyklonálních situací jsou zanedbatelné. V tabulkách (2) jsou vedle sebe umístěny průměrné denní úhrny srážek za oblast 7a a Čech s třemi stanicemi (Bedřichov, Desná a Smržovka) v Jizerských horách. Uveden je také průměr za tyto tři stanice, jež je bráný jako hodnota pro zájmové území. Zvlášť je brán letní a zimní půlrok jako v NKP 27.

Protože průměrné denní úhrny srážek pro danou situaci neodrážejí ve své hodnotě četnost povětrnostních situací (význam dané situace na celkové srážky), násobil jsem průměrné denní úhrny celkovým počtem situací za období 1961-1990, viz tabulky (2b) a (2e). Tyto údaje už v sobě zahrnovaly údaj o četnosti jednotlivých situací, protože se jednalo o sumu srážek za celé období. Následně bylo možné porovnat relativní podíly jednotlivých povětrnostních situací na celkových srážkách, viz tabulky (2c) a (2f).

Po nalezení situací, jež se projevují vysokými srážkovými úhrny v Jizerských horách v zimním pololetí, bylo možné porovnat mezi sebou výsledky denních průměrných srážek mezi jednotlivými stanicemi v Jizerských horách a zhodnotit stručně srážkové projevy těchto situací v různých částech těchto hor. K tomuto účelu byla mj. vytvořena mapa (2), kde jsou na podkladě terénu Jizerských hor znázorněny body meteorologické stanice. Mapa byla vyhotovena pomocí programu ESRI - ArcMap. Údaje o srážkách byly čerpány z: Podnebí ČSSR – Tabulky (1961) tj. období 1901-1950. Cílem mapy (2) bylo vyjádřit návětrné a závětrné efekty v Jizerských horách při různém proudění a přehledně vyjádřit rozložení srážek zimního pololetí v této oblasti.

Vzhledem k tomu, že byla získána data za takto dlouhé období, bylo vhodné studovat i variabilitu srážek. Celkový trend vývoje a kolísání srážek v zimním a letním půlroce jsem pro doplnění vyjádřil v grafu (4). Chybějící údaje bylo nutné dopočítat, aby mohl být graf kontinuální. Postupoval jsem tak, že chybějící hodnotu pro daný měsíc jsem vypočítal ze závislosti měsíčních úhrnů srážek za celé sledované období mezi jednotlivými stanicemi (tj. metodou kvocientů).

Na základě údajů, uveřejněných na internetových stránkách ČHMÚ (internetové stránky ČHMÚ: Typizace povětrnostních situací pro území ČR) jsem použil data do výpočtů průměrných denních srážek za povětrnostních situací určených pro každý den od roku 1961 do roku 2008. Kalendář situací z roku 2009 není ještě nedokončen a tak zde nebyl použit. V grafech (2) jsou pak graficky znázorněny četnosti jednotlivých situací za období 1961-1990. Nutno poznamenat, že jednotlivé četnosti povětrnostních situací se mohou v různých obdobích projevovat jinak, např. v období 1961-1990 byl říjen měsícem s největším výskytem anticyklonálních situací v roce (viz graf 2b), ale v období první poloviny 20. století tomu tak nebylo.

3.3 Hypotéza příčin zimního navýšení srážek v Jizerských horách

Základním předpokladem podle Atlasu podnebí ČSSR - Souborné studie (1969) bylo, že v Jizerských horách je pro zimní srážky rozhodující jihozápadní proudění. Tento výrok opravuje Brázdil (1976). Z jeho výsledků vyplývá, že největších srážkových úhrnů v zimních měsících je dosahováno za situací se západním a severozápadním prouděním, obdobných závěrů dosáhli i Křivancová a Vavruška (1997). Jejich práce byly zaměřeny především na celou republiku, v této práci je prvořadě zaměření pouze na oblast Jizerských hor, kde se dle Podnebí ČSSR – Tabulky (1961) projevuje toto zimní navýšení srážek nejvíce. Předpokladem je tedy orografií způsobené navýšení srážek v zimních měsících v Jizerských horách projevující se za situací Wc, Wcs, NWc a mající v Jizerských horách tak silný efekt, který se významně projeví jako rozdíl oproti širší oblasti, ve které Jizerské hory leží, tedy v synoptické oblasti 7a, popř. celých Čech. V následujících kapitolách budou popsány výsledky, jež byly získány výše zmíněnými postupy a metodami.

4 VÝSLEDKY

4.1 Nalezení stanic s vysokým podílem srážek zimního a letního pololetí

Původním hlavním záměrem této práce bylo nalezení meteorologických stanic se specifickým srážkovým režimem (vyrovnaný poměr srážek letního a zimního pololetí) na území bývalého Československa pomocí údajů o srážkách z Podnebí ČSSR – Tabulky (1961), tj. období 1901-1950. Posléze měla být jako doplňující prvek vybrána jedna srážkoměrná stanice a metodou dynamické klimatologie měly být odhaleny synoptické příčiny zimního zvýšení srážek na této stanici. Při hledání vhodné literatury byly ovšem objeveny práce: Brázdil (1976) a Brázdil (1988), kde byl problém vymezení oblastí se zvýšenými srážkami v bývalém Československu detailněji řešen na úrovni diplomové a docentské práce. Výsledkem jeho prací bylo vymezení oblastí se zvýšenými zimními srážkami (prosinec-únor) na stejném časovém období a údajích z Podnebí ČSSR – Tabulky (1961). Zbývající měsíce zimního pololetí byly zpracovány Katedrou fyzické geografie na UJEP v Brně a vymezeny taktéž oblasti se zvýšenými srážkami v daném měsíci. Z tohoto důvodu se hlavní náplň práce přesunula z vyhledávání stanic s podružným maximem srážek na vlastní výzkum ve vybrané oblasti Jizerských hor.

Část o vymezení oblastí se zvýšenými zimními srážkami jsem zůžil na vyjádření stanic s poměrem zimního k letnímu pololetí alespoň 0,9 a více viz mapa (1). Tato hodnota byla empiricky vybrána tak, aby byly postihnuty hlavní oblasti s vedlejšími maximy v zimním pololetí. Mapa (1) vyjadřuje tak vlastně ohniska tohoto zvýšení v oblastech již vymezených v obr. (1). Stanice jsou číslovány podle velikosti poměru

srážek zimního a letního pololetí, čím vyšší podíl zimních srážek, tím je v tabulce přiložené k mapě výš. Z mapy je patrné, že největší zastoupení stanic má Jizersko-Krkonošský masív. Toto zvýšení koresponduje územně s územím maximálních srážek za situací s frontální zónou probíhající od severního Atlantiku do střední Evropy tj. při situacích Wc, Wcs, NWc, Nc, Vfz viz mapa (3b) – zimní půlrok. Oproti letnímu pololetí (mapa 3a) je patrné, že nejvyšší polohy především v Čechách dostávají v zimě více srážek a i průměrné denní úhrny jsou vyšší. V zimě lze tedy předpokládat silný vliv návětrného efektu v těchto pohořích.

Vhodné je zobrazení průměrných denních úhrnů srážek v zimním a letním pololetí na obrázcích (3) v příloze, kde je možné vidět rozdílů mezi jednotlivými pohořími v Česku za povětrnostních situací Wc, Wcs a NWc. Je patrné, že za všech situací se dostavuje v zimním pololetí v pohraničních horách Čech silné navýšení úhrnů oproti nížinám, za situace Wcs jsou pak v zimním půlroce nejvyšší srážky na Šumavě Wcs (díky návětrí při JZ proudění).

Na Slovensku je takto vymezených stanic na mapě (1) méně a nacházejí se v Malých Karpatech a v okolí Banské Bystrice. Zde se ovšem jedná o navýšení srážek především na konci podzimu v listopadu. Autoři Brázdil (1988) a Nosek (1976) to připisují vlivu Středozemního moře, odkud v této době v některých letech putují srážkově vydatné cyklóny po dráze *Vb*. Otruba (1964) se zmiňuje o tom, že Malé Karpaty leží v zóně zrychleného proudění mezi Alpami a Karpaty, což může mít vliv za některých situací (proudění od JV a JZ) na zvýšené úhrny srážek. Tato oblast není znázorněna na obr. (1), protože zde jsou vymezeny pouze oblasti zimních zvýšených srážkových úhrnů. Některé stanice ve Vysokých Tatrách pak vykazují i podružná maxima úhrnů srážek v zimních měsících, např. stanice na Lomnickém štítě.

K dané problematice zimních zvýšených srážek na území bývalého Československa přispívám výčtem a kategorizací (podle poměru celkových úhrnů srážek za zimní a letní pololetí) stanic se zvýšenými srážkami v zimním pololetí na území bývalého Československa. Poslouží tedy jako doplnění v práci: Brázdil (1976).

4.2 Závislost srážek na nadmořské výšce

Při studiu příčin vyšších srážkových úhrnů v zimním pololetí bylo zkoumáno jejich přibývání s nadmořskou výškou a to zvláště na Slovensku a v Česku. Grafy (1) a (2) tak mají ukázat na údajích z Podnebí ČSSR – Tabulky (1961) celkový charakter přibývání srážek s nadmořskou výškou zvláště v letním a zvláště v zimním pololetí. Za Česko je v tomto atlase uvedeno 1048 stanic, za Slovensko 251 stanic. Jistým poměrně významným omezením vzniklých grafů je rozdílné zastoupení počtu stanic pro jednotlivé výškové stupně. Grafy mají samy o sobě především vystihovat trend vzrůstu srážek s nadmořskou výškou.

Pro oblast Slovenska je na grafu (1a) znázorněn body poměr zimních a letních srážek za každou stanicí. Spojnice trendu (polynomiální 3. stupně) naznačuje jistou anomálii na Slovensku. Do nadmořské výšky 1000 m klesá tento poměr a stoupá až od této hranice. Rozložení stanic na území Slovenska je rovnoměrné, takže to nemůže být způsobeno jejich nahuštěním v určité oblasti. Možnou příčinou však může být nerovnoměrné zastoupení stanic v jednotlivých výškových stupních. Od nadmořské výšky nad 1000 m totiž rapidně ubývá počtu stanic. Tyto ojedinělé stanice pak mohou ve výčtu vykazovat určitou anomálii.

O této srážkové „inverzi“ na Slovensku se zmiňují také v (Podnebí ČSSR – Souborná studie, s. 159), kde se říká, že v Karpatech do výšky 450 m srážek přibývá a posléze ubývá od výšky 750 m (zde ovšem celkové roční úhrny a ne poměr zimního a letního pololetí). Snad je to tím, že Slovensko je pod větším vlivem Středomořího klimatu. Léta a především začátek podzimu mohou být v nížinách suchá a konec podzimu srážkově bohatší. Navíc většina stanic v nižších polohách je v závětrí při SZ proudění, jež především v červnu přináší veliké deště (při tzv. „evropském monzunu“). Navíc se zde může vyskytovat i vliv lokální, protože každá kotlina si udržuje své specifické klima. Na grafu (1b) dokládá přiblížení spojnic trendu v nejnižších polohách a oddálení v polohách vyšších výše popsanou anomálii. V nejvyšších polohách se opět projevuje navyšování zimních srážek (Lomnický štít je na grafu (1a) zastoupen dvěma body, vyšší srážky se zaznamenávají s nainstalováním Nipherovy ochrany proti větru).

V Čechách je situace úplně opačná. Grafy (1b) a (1c) ukazují, že s nadmořskou výškou roste pozvolna podíl srážek zimního pololetí na ročních srážkách. Určitý pokles v nejvyšších polohách je dle mého názoru spíše důsledek chyb měření, protože v nejvýše položených polohách je především v zimě velice silný vítr, který, jak již bylo řečeno v kapitole o chybách měření srážek, snižuje významně naměřené úhrny. Je zde tedy patrné přibližování srážek letního a zimního půlroku od nejnižších nadmořských výšek po nejvyšší. Roční chod je ve vyšších nadmořských výškách Česka vyrovnanější, na Slovensku se tomu zdá být přesně naopak. Na Slovensku se nejspíše ve vyšších polohách projevuje zachytávání srážek od SZ, které zde především v červnu na severních pohorích dosahují vyšších intenzit, než v Česku.

Celkově jsou všechny stanice uvedené v Podnebí ČSSR – Tabulky (1961) v průměru vysoko v ČR 438 m n. m., na Slovensku podobně: 431 m n. m. Vzhledem k tomu, že Slovensko má průměrnou nadmořskou výšku vyšší než Česká republika, jsou zde slabě zastoupeny stanice z vyšších poloh. Slovensko jako celek má zdánlivě oceáničtější klimatické poměry než Česko, průměrný poměr množství srážek zimního a letního pololetí je na Slovensku 0,71 a v Česku 0,64 (období 1901-1950). V Česku se totiž vyskytují oblasti (Podkrušnohoří, střední Čechy a Jihočeské pánve), kde je roční chod srážek značně nevyrovnaný, naopak na Slovensku jsou v nižších polohách v zimním pololetí zaznamenávány vyšší úhrny než v Česku. Může to být způsobené především

cyklónami putujícími od Středomoří na podzim a v zimě, jež do Česka nepřinášejí tolik srážek, jako na Slovensko, zároveň to může být způsobeno i tím, že Čechy jsou v závětrří pohraničních hor a to už i Německých. Slovenská pohoří jsou pak v návětrné poloze jak při proudění od jihozápadu, tak i při severozápadním a severním proudění.

4.3 Vybrané charakteristiky tří studovaných stanic v Jizerských horách

Pro uvedení do ročního chodu srážek v Jizerskohorské oblasti uvádím graf (3). Na základě údajů z: Podnebí ČSSR – Tabulky (1961) je na něm znázorněn chod srážek v letech 1901-1950 na stanicích v Jizerských horách nebo blízkém okolí. Je patrné, že na všech stanicích se dostavuje lednové podružné nebo i hlavní maximum srážek. Některé z těchto stanic je možné nalézt na mapě (2). Na většině stanic je patrné i podružné maximum v dubnu a říjnu.

Jak již bylo řečeno v kapitole 4.1, hlavní náplň práce se přesunula z praktických důvodů na vlastní výzkum v oblasti Jizerských hor. Byly vybrány tři reprezentativní stanice a na denních úhrnech srážek z těchto stanic zkoumány charakteristické rysy dané oblasti.

V tabulce (1) jsou uvedeny průměrné měsíční úhrny srážek za období 1901-1950 z Podnebí ČSSR – Tabulky (1961) a vlastní výpočty za 1961-2009. Období 1961-1990 bylo vybráno pouze proto, že se zde s ním často operuje. Na Smržovce byla zahájena měření až v roce 1949, proto neexistují údaje za období 1901-1950. Měsíční ani roční úhrny se od sebe příliš neliší, takže lze předpokládat homogenitu těchto řad. Na všech stanicích narůstá v průběhu let poměr zimních srážek na letních, nejvíce na Desné, může to být ovlivněno jednak trendem vyšších zimních srážek v poslední době, ale i zkvalitňováním naměřených srážkových úhrnů. Podle variačních koeficientů (spočítaných za období 1961-2009 z měsíčních úhrnů srážek) je nejproměnlivějším měsícem říjen a nejméně proměnlivým červen. Zimní měsíce jsou obecně meziročně srážkově vyrovnanější, než zbylé měsíce v roce.

Na Smržovce a Desné jsou v průměru úhrny srážek za zimní pololetí vyšší, než letní. Zajímavostí je, že na Desné a Bedřichovu se maximum srážek přesunulo z ledna (pro období 1901-1950) na prosinec (období 1961-2009). Takovýto trend poznamenává i Brázdil (1976) pro oblast celého Československa.

4.4 Porovnání výsledků práce s údaji v NKP 27

Nyní již přecházím k interpretaci výsledků vlastního výzkumu v oblasti Jizerských hor. Jak již bylo řečeno, důležitou součástí této práce je srovnání průměrných denních úhrnů srážek za oblast 7a a Čech s oblastí Jizerských hor (tři vybrané stanice) a nalezení tak povětrnostních situací, při nichž se projevuje orografické navýšení srážek v těchto horách. Zkoumané období bylo 1961-1990, srážky byly brány vyšší než 0,4 mm kvůli ovlivnění např. usazených srážek a chyb při měření. Do tabulky (2) jsem zařadil zvlášť pro zimní a letní půlrok průměrné denní úhrny za synoptickou oblast 7a a oblast Čech z NKP 27 a své vlastní výsledky za tři vybrané stanice v Jizerských horách. Uveden je také průměr za tyto tři stanice. Podrobnější vysvětlení k tabulkám je uvedeno v příloze pod těmito tabulkami.

Zájmové území Jizerských hor vykazuje v zimním pololetí vyšší úhrny srážek než oblast Čech a 7a. Za několika situací dochází ovšem v zimě k významnému nárůstu srážek. V zimě za situací Wc, NWc a také při Nc. V létě se tak intenzivní srážky za těchto situací nevyskytují. Porovnávat jednotlivé významy povětrnostních situací mezi oblastmi a vybranými stanicemi je možné až po odstranění vlivu rozdílných celkových úhrnů srážek, tedy v tabulce třetí řazené (2c) a (2f). Pro oblast Jizerských hor vyplývá výrazné navýšení srážek v zimním pololetí při situacích NWc, Wc a Nc. Za těchto situací dochází v Jizerských horách k velikému navýšení srážek, jež jsou příčinou vyrovnaného ročního chodu v této oblasti. Když se připočítá i četnost jednotlivých situací, jeví se nejdůležitější situace Wc a NWc. Jedná se tedy o běžné západní až severozápadní proudění, při němž se v této oblasti dostavuje orografické navýšení srážkových úhrnů.

Díky získání dat denních úhrnů srážek bylo možné spočítat i průměrné denní úhrny pro jednotlivé povětrnostní situace za měsíce v roce, viz tabulka (3). Lépe se tím vyjádřil roční chod srážek pro danou situaci. Zvoleno bylo jiné období než v předcházejícím případě, a to období 1961-2008, tedy v rámci této práce nejdelší možné období a to na základě úvahy, že čím delší údobí se zkoumá, tím jsou výsledky věrohodnější.

Z tabulky (3) tak vyplynuly zajímavé skutečnosti. Tak především roční chod průměrných denních srážek je za situace NWc značně nevyrovnaný. Např. v Desné má prosinec 14,1 mm a červen 3,8 mm. Naopak za situace Nc je patrný pokles v říjnu a červenci a maximum v červnu („Medardovské počasí“). Oproti předpokladu, že při situaci Nc budou průměrné denní úhrny podobné s NWc se zdá, že tomu tak není. Značná nevyrovnanost srážkových úhrnů za situace NWc může být podpořena rozdílnými podmínkami během roku při určování synoptických situací. V říjnu, kdy se dostavuje lokální minimum, a kdy se vyskytují nejčastěji anticyklonální situace (viz graf 2b), může mít tato situace sušší charakter. Navíc to může být vliv nepsaného pravidla, že daná povětrnostní situace by měla trvat alespoň 2 dny. Jistý vliv může mít protáhlost území Československa při určování situací.

Hlavním důvodem zimních vysokých úhrnů srážek se zdá být to, že „NWc je situace, při níž se výrazně uplatňují orografické vlivy. To platí především pro zimní polovinu roku, kdy bývá SZ frontální zóna nejvýraznější a tudíž i proudění nejsilnější. Vysoké úhrny srážek mají všechny pohraniční hory, nejvyšší z nich pak Jizerské hory. V oblasti 7a jsou při této situaci v zimní polovině roku zaznamenávány vůbec nejvyšší průměrné denní úhrny srážek. Návětrí je patrné i u Českomoravské vrchoviny, její SZ a Z část má zřetelně vyšší denní úhrny srážek, jakož i pravděpodobnost výskytu srážkových dní. V letním období zůstává uvedené rozložení srážek zachováno, ovšem s podstatně menšími regionálními rozdíly. Orografie a sezónní chod frontální zóny mimo jiné také způsobují, že roční maximum průměrných srážek připadá v nižších polohách na letní, v ostatních polohách ovšem na zimní měsíce“ (Křivancová a Vavruška 1997, s. 20)

Povětrnostní situace Wc a Wcs má menší rozkolísanost denních úhrnů srážek, než NWc. Z tabulky (3) je u všech stanic patrné, že pouze situace Wc a NWc mají výrazný opačný chod průměrných denních srážek než většina ostatních situací, při kterých jsou průměrné denní úhrny nejvyšší v letních měsících. Při situaci Bp je chod víceméně vyrovnanější než u předchozích.

Podobný chod, jaký je při situaci NWc během roku, je i na celém území Čech, protože průměrný denní úhrn za zimní pololetí je v Čechách 2,6 mm a v letním pololetí 1,9 mm (viz tabulka 2a a 2d) a je to jediná situace, při které jsou průměrné úhrny v zimním pololetí v Čechách vyšší než v letním. Při povětrnostních situacích Wc, Wcs, NWc, Nc a Vfz se jako u jediných dostavují v Čechách v zimním pololetí vyšší celkové úhrny srážek, než v letním pololetí, viz tabulka (2b) a (2d). Nutné je připomenout, že situace Vfz se svým charakterem podobá západním cyklonálním situacím. Celá oblast 7a je pak typická svými vyššími zimními úhrny za těchto situací než zbytek republiky.

Za situace Wcs nejvyšší průměrné denní úhrny dostavují v říjnu (viz tabulka 3), a jsou způsobené poměrně častým vlhkým JZ prouděním v tomto měsíci. V zimě pak intenzita srážek za situace Wcs ubývá, takže vysoké průměrné denní úhrny v tabulce (2a) pro všechny stanice v Jizerských horách jsou způsobeny spíše podzimním než zimním maximem srážkových úhrnů za této situace.

Stanice Bedřichov vykazuje všeobecně nejnižší úhrny srážek za situací NWc, Wc a Nc v porovnání s ostatními dvěma stanicemi. Oproti nim má však v létě značné vysoké průměrné denní úhrny za situací s výskytem bouřek (B, Bp, C, Cv, SWc₁, SWc₂). V okolí této stanice v Z části pohoří lze tedy očekávat zvýšené srážky z bouřek, či zesílení srážkové činnosti na frontách v letním období při zmíněných situacích. Okolí Bedřichova je také v létě jedním z míst s nejvyššími úhrny při postupu cyklón po dráze *Vb*, viz průměrná denní hodnota 17.8 mm při situaci C v srpnu, viz tabulka (3). Tato hodnota může mít ovlivněna extrémním úhrnem ze 13. srpna 2002, kdy zde napadlo 170 mm.

Stanice Desná je nejvýše položená, a tak vykazuje nejvyšší průměrné denní srážky za všech tří stanic. U stanice Smržovka není příliš patrný vliv závětrí Černostudničního

hřebene na srážky přicházející od jihozápadu (např. při situaci Wcs).

Výsledky výzkumu této práce tedy potvrzují tak závěry v: Brázdil (1976), že největší podíl na zimních srážkách v oblastech s podružnými maximy mají západní a severozápadní cyklonální povětrnostní situace.

4.5 Četnosti synoptických situací

Neméně důležité je však i seznámení se s jednotlivým významem dané situace, tj. s její četností. Proto byly vypočítány četnosti synoptických situací pro období 1961-1990. Delší období nebylo zvoleno, protože toto období je souhlasné s NKP 27. Dobrá znalost jednotlivých četností zkoumaných povětrnostních situací je potřebná pro objektivní posouzení vlivu daného proudění na vysoké srážkové úhrny v zimě. Proto byly vytvořeny grafy (2), kde může být čtenář seznámen s jednotlivým zastoupením dané situace během roku za období 1961-1990. Rozdělení cyklonálních situací je přejato z Atlasu podnebí Česka (2007). Pro úplnost jsou v grafech zahrnuty všechny cyklonální situace. Anticyklonální situace nebyly do tabulky zahrnuty, proto zde uvádím alespoň jejich relativní podíl v jednotlivých měsících. Situace Wc a Nc, při nichž se v Jizerských horách dostavují v zimě vysoké srážkové úhrny, jsou v zimě dvakrát čtenější než v létě, což nárůst srážek samozřejmě ještě umocňuje. Situace NWc má lokální maxima výskytu v červenci a v lednu, ovšem úhrny v červenci jsou o poznání nižší, než průměrné denní úhrny srážek v zimě. Podle celkových úhrnů má v zimním pololetí také velký význam situace B (viz tabulka 2a) jež se nejčastěji vyskytuje na jaře a na podzim. Celkově se tedy v Jizerských horách zdají být na srážky nejdůležitější situace v zimním pololetí: Wc, NWc a B (tabulka 2c, sloupec zájm. území), z nichž vzdáleně nejvyšší podíl na celkových srážkách (26,4 %) má povětrnostní situace Wc, viz tabulka (2c).

4.6 Celkový průběh srážek v období 1961-2009 v Jizerských horách

Byla též posouzena i variabilita a trend srážek v celém sledovaném období (1961-2009) vyjádřené v grafech (4). Sloupce znázorňují celkové úhrny za tři stanice, shlazená linie pak jejich průměr. Pro vytvoření grafu bylo nutné dopočítat hodnoty některých měsíců, pro něž nebyly údaje, viz tabulka (1). Posléze bylo již možné graficky vyjádřit celkový průběh srážek v Jizerských horách (průměr za tři zkoumané stanice). Nejextrémnější úhrny zimních srážek byly v zimách 1966/1967, 1974/1975, 1981/1982 a 1999/2000. Pro letní období pak roky 1965, 1977, 1978. Z grafů je též patrné, že Smržovka má v letním pololetí oproti zbývajícím dvěma stanicím slabší letní srážky a skoro vyrovnané srážky za zimní pololetí. Možná je to způsobeno lokální polohou,

protože za situace Cv (prakticky srážky z bouřek) vykazuje oproti Bedřichovu a Desné největší rozdíl srážek směrem k nižším hodnotám. Jizerské hory jsou jinak pověstné nárazovými vysokými letními srážkami za situací C, NEc (povodně v srpnu 2002).

Celkový průběh srážek za celé sledované období se shoduje s trendem v posledních desetiletích, tedy s tím, že narůstají zimní a klesají úhrny za letní pololetí, Popsáno například v: Brázdil (1986).

V grafu (4c) jsou samostatně vyneseny linie průměrných srážek za zimní a letní pololetí za všechny tři stanice z předchozích grafů. Je zde také vyjádřen jejich poměr. Tento poměr se počítal vždy jako úhrny za zimní pololetí dělené následujícím letním pololetím. Je jasné, že při opačné chronologii by vyšly jiné výsledky. Je zde ale patrné, že zimní srážky mohou letní srážky převyšovat i dvojnásobně v rámci po sobě jdoucích pololetích (roky 1975, 1976, 1982).

4.7 Příčiny zvýšených zimních srážek v Jizerských horách

V Jizerských horách se dostavuje lokální maximum srážek v prosinci, popř. lednu viz graf (3). Z tabulky (2) je zřejmé, že na vysokých úhrnech srážek v Jizerských horách se po celý rok podílí situace Wc. Rozkolísanost průměrných denních úhrnů za této situace je během roku v porovnání s NWc o poznání nižší. V zimě je pak za povětrnostní situace NWc patrný enormní nárůst průměrných denních úhrnů srážek, kdy například na stanici Desná je průměr pro červen 3,8 mm a prosinec 14,1 mm. To je znatelný rozdíl. Přitom situace se SZ prouděním nejeví během roku velkých rozdílů, vždy k nám proudí vlhký oceánský vzduch s postupujícími frontálními systémy. Proudění je po celý rok poměrně rychlé. Nejsou zde tedy patrné takové rozdíly jako například u JZ situací, které jsou v létě oproti zimě charakteristické zpomalujícími se vlnícími frontami. Toto zvýšení srážek za NWc a Wc v zimě se neprojevuje pouze v Jizerské oblasti, ale v celém širokém podhůří Jizerských hor a Krkonoš. Směry a rychlosti větru jsou znázorněny na obrázku (6). Za situace Wc jsou pro Jizerské hory typické větry JZ, za situace NWc západní až severozápadní. Vůči SZ větrům nejsou v této oblasti žádné vysoké horské překážky. Důležitou úlohu ovšem hraje proudění ve vyšších vrstvách atmosféry (výška 850 hPa), protože není tolik ovlivněno povrchem Země. V této hladině atmosféry zůstává za obou situací spíše západní proudění.

Důvod, proč je v zimě tak velký nárůst srážek za situace Wc a NWc je nejspíše v tom, že podmínky pro návětrné a závětrné efekty jsou v průběhu roku rozdílné. V zimě převládá stabilnější zvrstvení atmosféry a je rychlejší proudění, než v letním období a to nahrává většímu účinku orografie na vypadávající srážky (viz kapitola o orografii a srážkách). Především teplé fronty jsou v zimě výraznější a mají obecně stabilnější zvrstvení vzduchu. Zřejmě je tento účinek tak vysoký, že se předčí i bouřkové lijáky

v letních měsících za týchž situací. Nejvýraznější jsou denní úhrny v prosinci. V této době je také nejvyšší četnost západních cyklonálních situací v roce viz graf (2c) a podle Brázdila (1977) převládá západní přenos vzduchu nejvíce z celého roku. Výškové proudění v 850 hPa za situace NWc a Wc je taktéž západní. V této době jsou izobary nejhustší a svižné proudění umožňuje přenášet více vláhý za jednotku času. Vzhledem k tomu že situací Wc je v zimě přibližně dvakrát více než v létě (graf 2), je zřejmé, že se to při výrazném orografickém vlivu na Jizerské hory musí projevit jako veliký nárůst celkových srážek v zimním pololetí. Dalším faktorem jsou i konvektivní srážky při těchto situacích, které jsou daleko intenzivnější v létě, než v zimě, a v létě umožňují navýšení srážek v nižších polohách.

Při porovnávání srážkových úhrnů jednotlivých stanic v horských oblastech je důležité přihlížet k jejich poloze. Může se totiž stát, že v níže položených stanicích se dostaví vyšší srážky než ve výše položených stanicích, což odporuje obecně platným zásadám. Konček (1974) to vysvětluje tím, že na stanici položené v závětrí zachytí srážkoměr více srážek než na stanicích na hřebenech hor vystavených silným větrům. Toto se musí mít na paměti, proto mohou být srážkové úhrny na srážkoměrné stanici Smržovka tak vysoké, srovnatelné s Desnou. Srážkoměr se zde totiž nacházel v údolní zástavbě a mohlo zde docházet ke zpomalování větru, naopak v Desné mohlo docházet díky vyvýšené poloze nad terénem k vyšším srážkovým úhrnům. Bedřichov jeví v zimě nejnižší srážkové úhrny než zbývající dvě stanice ze všech tří stanic a to skoro za všech situací.

Pro posouzení vlivu orientace svahu vůči proudění s vysokými srážkovými úhrny jsem vytvořil mapu Jizerských hor se znázorněním meteorologických stanic jako bodů s popisem v podobě čísla poměru srážek zimního a letního pololetí a sumou srážek za zimní pololetí (mapa 2). Údaje byly čerpány z Podnebí ČSSR – Tabulky (1961), takže jsou z období 1901-1950. Z hodnot průměrné sumy srážek za zimní pololetí na jednotlivých stanicích je možné vypočítat, které oblasti jsou v zimním půlroce v návětrné a závětrné poloze vůči proudění, které přináší srážky. Tak například v okolí vrcholu Ještědu jsou v přibližně stejné nadmořské výšce umístěny dvě stanice. Stanice Liberec, Horní Hanychov (SV orientace svahu) má o 86 mm vyšší srážkové úhrny v zimním pololetí, než stanice Světlá pod Ještědem s orientací JZ. Snad je to způsobeno vyššími úhrny při S a SZ proudění na SV svahu Ještědu. Dále je patrné, že samotné Jizerské hory jsou na české straně ve své J a JZ části návětrné (stanice Josefův důl má průměrný úhrn za zimní pololetí přes 600 mm) a stanice ve stejné nadmořské výšce na severní straně hor Bílý potok má 499 mm. Přitom při proudění ze severu nejsou žádné horské překážky, jako při proudění od západu a jihozápadu. V létě se situace trochu mění a Josefův důl v jižní části pohoří má o trochu nižší srážkové úhrny za letní pololetí, než Bílý potok v severní části pohoří. Dokládá to tvrzení, že Jizerské hory mají v zimním pololetí návětrí na jižních či jihozápadních a západních svazích (při situacích Wc zde vítr

proudí od JZ až J, viz obr. 6). Z mapy je rovněž patrné, že stanice ve vyšších polohách a v předhůří na jih od Jizerských hor a Krkonoš mají vyrovnanější chod srážek v průběhu roku než stanice v okolí Ještědu. (viz poměr srážek zimního a letního pololetí – popis u stanice).

5 DISKUZE

Z výše uvedených výsledků vyplývá, že oblast Jizerských hor je v návětrné poloze vůči západnímu proudění ve vyšších hladinách atmosféry (při povětrnostních situacích NWc a Wc), jež se při zemi projevuje větry spíše jihozápadními, viz obr. (6). Stejně závěry uvádí i Brázdil (1976), který zkoumal na několika stanicích v České republice za období 1950-1970 dynamicko-synoptické příčiny podružných zimních maxim srážkových úhrnů, tj. za jakých povětrnostních situací se dostávají vysoké srážkové úhrny. Užíval jiné typizace, než která byla použita v této práci. Užíval typizace Končka a Reina, která je pro klimatologický rozbor vhodnější, než klasifikace podle HMÚ. Klasifikace Končka a Reina ovšem končí počátkem sedmdesátých let. Brázdil (1976) vybral 16 stanic z celého Československa, převážně z nižších poloh (ovšem s výskytem podružného zimního maxima srážek). Ze stanic s vyšší polohou to byla například stanice Jizerka v Jizerských horách. Rovněž uvádí, že co do významu jsou nejdůležitější na srážky v zimě situace NWc a Wc. Vyvrací tím hypotézu zmíněnou v Podnebí ČSSR - Souborná studie (1969), kde pokládali za nejvýznamnější situace jihozápadní. Vystihuje taktéž silnou návětrnou polohu stanice Jizerka vůči severozápadnímu proudění. Ve svých pracích se zabývá synopticko-klimatologickým rozbohem pouze zimních měsíců, neporovnává např. průměrné denní úhrny za danou povětrnostní situaci s letním obdobím, jak tomu je v této práci. Zde jsem se snažil tedy jeho hypotézu potvrdit (a tak se i stalo) na příkladu Jizerských hor a pokusit se nalézt i další možné vlivy na daný jev. Obdobné výsledky potvrzují také Krivancová a Vavruška (1997). Říkají, že celá synoptická oblast 7a je v návětrí při NWc a Wc situacích.

Výsledky nejsou ovšem ničím překvapivým, když si uvědomíme, že většina srážek do Česka přichází ze západního sektoru.

Vliv na zvýšené srážky v zimě mohou mít ovšem i doplňkové faktory. Další možný vliv v této oblasti může mít v poslední době i produkce potencionálních kondenzačních jader z průmyslu v severních Čechách, zvláště při převažujícím západním prouděním. Tento vliv bude ale nejspíše zanedbatelný. O vlivu polutantů na orografické srážky se ve svém článku zmiňuje Dore a kol. (2006). Říká například, že *seeder-feeder* efekt způsobuje nejenom zvýšení srážek ve vyvýšených polohách, ale i k větší depozici polutantů.

Jistým omezením dynamicko-synoptického rozboru užitého v této práci je subjektivita při vytváření klasifikací povětrnostních situací. Také je omezením to, že použitá klasifikace HMÚ není přímo určena pro klimatologické účely. To, že se prováděla pro území celého Československa, mohlo do jisté míry výsledky ovlivnit. Zde bylo úkolem především ukázat hlavní směr proudění, při kterém dochází v zimě k vysokým srážkovým úhrnům. Omezením může být také fakt, že srážky v posledních desetiletích vykazují v zimě pozvolný nárůst a v létě pozvolné snižování, výsledné průměry za období 1961-1990 a 1961-2008 tak mají sníženou vypovídací hodnotu.

Pokud přihlédneme i k chybám měření, budou celkové srážky v horských polohách ještě vyšší, než v nížinách. Chyby měření působí pro tento režim v Jizerských horách s významným podružným maximem srážek v zimních měsících. Jistou nevýhodou se jeví ta skutečnost, že stanice chráněné proti větru mohou vykazovat vyšší úhrny a naopak stanice nechráněné úhrny nižší. Dalším problémem se zdá být fakt, že srážky se měří k 7. hodině ranní, zatímco povětrnostní situace jsou určovány na celé dny. Tento problém lze považovat za zanedbatelný.

Vliv náhodných jevů, jako například extrémních let byl vyloučen tím, že bylo zpracováno poměrně dlouhé období 30 a 50 let. V případě vysokých zimních úhrnů se tedy nejedná o žádný nárazový jev, i když některé roky jsou opravdu na zimní srážky extrémní, například zima 1974/1975.

6 SHRNUÍ

V této práci bylo na téma zvláštnosti atmosférických srážek pojednáno o zvýšení zimních srážek na území Jizerských hor. Dále byly dle zadání nalezeny stanice na území bývalého Československa, jejichž poměr srážek za zimní a letní pololetí byl 0,9 a vyšší.

Byly nalezeny práce, která již tento problém důkladně řešen: Brázdil (1976), a (1988). Autor v nich vymezil oblasti s podružnými maximy zimních srážek na území bývalého Československa a studuje i dynamicko-synoptické příčiny tohoto jevu. Jeho práce vedla též k zjištění, že v Česku je období vyšších úhrnů jiné, než na Slovensku. V Česku se podružná maxima dostavují v prosinci a lednu (výjimečně v oblasti Šumavy v únoru), zatímco na Slovensku se jedná o listopad.

Nebylo v možnostech práce nalézt příčiny na všech místech se zvýšenými zimními srážkami a tak bylo vybráno zájmové území Jizerských hor, kde se projevuje zimní zvýšení nejvíce z celé České republiky. Nalezení příčin bylo zkoumáno ze synopticko-dynamického hlediska, kdy se hledalo za jakých povětrnostních situací určených dle HMÚ padá v zimě nejvíce srážek. Byla získána data denních úhrnů srážek z jizerskohorských stanic Smržovka, Bedřichov a Desná (měly ze všech stanic v oblasti nejucelenější data) za období 1961-2009 a spočítány průměrné denní úhrny srážek za daných povětrnostních

situací zvláště pro zimní a letní půlrok.

K posouzení významnosti dané situace na srážky bylo potřeba nějakého srovnávacího území, se kterým by se daly výsledky srovnat. Pro tyto účely posloužila publikace NKP 27, kde byly vypočítány na základě údajů pro období 1961-1990 ze stanic v ČR průměrné denní úhrny srážek za synoptické oblasti Česka (celkem 15 oblastí) zvláště pro zimní a letní půlrok. Oblast v níž Jizerské hory leží - 7a a celé Čechy posloužily jako hledaný srovnávací materiál.

Vzal jsem za dané tři stanice stejné období 1961-1990 a spočítal taktéž denní úhrny. Výsledkem bylo porovnání úhrnů za dané situace a tím i nalezení srážkově významné povětrnostní situace pro Jizerské hory. Tou jsou především situace NWc a Wc, tedy za západního až severozápadního proudění. Je zřejmé, že nejvyšších srážkových úhrnů je při těchto situacích dosahováno právě v zimě, v létě jsou úhrny daleko nižší. Dá se to vysvětlit tím, že v zimě se více uplatňuje orografický efekt, hlavně díky tomu, že nejvíce srážek padá na frontálních systémech. Při frontálních srážkách se uplatňují návětrné a závětrné efekty nejvíce. Především teplé fronty, při nichž jsou podmínky pro orografické zvýšení srážek na návětrí příznivé, jsou v zimě daleko nejvýraznější, než v létě.

Příčinou zvýšených zimních srážek jsou v Jizerských horách, a dá se předpokládat, že i v celých severních Čechách, situace Wc a NWc. Četnost těchto situací je rovněž značně vysoká, četnost Wc je nejvyšší v zimních měsících a umocňuje tím tak velké úhrny. Pro vyšší úhrny v zimě hovoří i vyšší rychlosti větru, které lze na horách také očekávat.

Byla prostudována také problematika chyb měření srážek. Z obecně platných závěrů dle odborné literatury jsou úhrny srážek nejvíce podhodnocené v zimě ve vyšších polohách. Z tohoto důvodu lze očekávat ještě vyšší úhrny, a tím pádem i větší projevy zimního zvýšení srážek, než jaké je možné zaznamenat tamními přístroji.

Co se týče variability srážek, tak nejvyšších úhrnů je dosahováno v období 1961-2009 v Jizerských horách v prosinci, zatímco podle (Podnebí ČSSR – Tabulky, 1961) to je za období 1901-1950 na týchž stanicích leden. Celkově srážek v zimním období v posledních letech přibývá a v letním naopak ubývá. Jedná se tu nejspíše na celém území střední Evropy o projevy změn klimatu nebo o nějakou dlouhodobější periodu.

U struktury práce byla dodržena obecně platná pravidla, nejdříve je zařazena rešerše pojednávající o stávající literatuře, následují metody práce a výsledky práce. Jednotlivé části na sebe navazují a při vysvětlení odborného termínu je předpokládáno, že dále v textu již není potřeba daný termín objasňovat.

7 ZÁVĚR

Z výsledků práce vyplývá, že orografie Jizerských hor a jejich okolí způsobuje vysoké srážkové úhrny při západním proudění ve vyšších hladinách atmosféry (cca 850 hPa) za situací Wc a NWc. V nižších hladinách atmosféry je při těchto situacích proudění za Wc od J až JZ a za NWc od Z až SZ. Za povětrnostních situací NWc a Wc jsou srážky v této oblasti vázány v zimní polovině roku na frontální systémy a dochází tak k vysokým srážkovým úhrnům na návětrí. Tyto situace mají zároveň i vysokou četnost výskytu. V letním období se tak vysoké úhrny za týchž situací v Jizerských horách nevyskytují. Lze si to vysvětlit tím, že návětrný efekt je v zimě výraznější, díky všeobecně rychlejší cirkulaci a vlastnosti vzduchových hmot, jež umožňuje větší uplatnění orografie na srážkové úhrny. Například při situaci NWc jsou průměrné denní úhrny srážek v Jizerských horách v létě až třikrát nižší než v zimě. Za téže povětrnostní situace jsou v Jizerských horách průměrné denní úhrny srážek v zimním pololetí okolo 9 mm, zatímco v letním pololetí okolo 5 mm. Bylo by tedy vhodné studovat, jak se chovají celkové srážky na teplých a studených frontách během roku, a jak vysoké úhrny na nich během roku vypadávají. To je spíše náplň možné další práce.

Studie návětrných a závětrných efektů na srážkové úhrny by si zasloužila větší pozornosti, protože při určitých povětrnostních situacích může být přítomnost tohoto jevu zásadní například při předpovídání předpokládaných úhrnů srážek v Jizerských horách. Bylo by rovněž vhodné doplnit stávající staniční síť měření atmosférických srážek v Jizerských horách o nové stanice, protože tato oblast je charakteristická značnou proměnlivostí a velice se zde uplatňují při vypadávání srážek lokální vlivy. Bylo by rovněž vhodné v budoucnu sledovat úhrny srážek na rozdílných druzích front v průběhu roku v rámci jedné povětrnostní situace např. právě v Jizerských horách.

Tato práce by měla přispět shrnutím stávající literatury na téma zvýšených zimních srážek v Česku a na Slovensku a k obohacení poznatků chodu srážek v Jizerských horách a jiných vybraných vyšších polohách v bývalém Československu. Měla by také opravit všeobecnou domněnku, že roční chod srážek v Česku je jednoduchý kontinentální s maximem srážek v létě. V průběhu roku má totiž na většině území Čech průběh srážek dvojitou vlnu s podružným maximem úhrnů v některém ze zimních měsíců a s přihlédnutím k chybám měření budou podružná zimní maxima ještě výraznější.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- BALLON, L., FORGÁČ, P., MOLNÁR, F. (1964): Počasie na území Slovenska za typických poveternostných situácií. HMÚ, Praha, 30 s.
- BARRY, R. G. (1981): Mountain Weather and Climate. Methuen & Co., London, 313 s.
- BARRY, R. G., CHORLEY, R. J. (2003): Atmosphere Weather and Climate. Routledge. Eight Edition, London-New York, 421 s.
- BEDNÁŘ, J. (2003): Meteorologie – úvod do studia dějů v zemské atmosféře. Portál, Praha, 223 s.
- BRÁDKA, J., DŘEVIKOVSKÝ, A., GREGOR, Z., KOLESÁR, J. (1961): Počasí na území Čech a Moravy v typických povětrnostních situacích. HMÚ, Praha, 32 s.
- BRÁZDIL, R. (1976): Zimní zvýšení srážek na území ČSSR. Rigorózní práce. Univerzita J. E. Purkyně v Brně. Katedra geografie, Brno, 82 s.
- BRÁZDIL, R. (1977): Prosincové zvýšení srážek na území ČSSR. Písemný referát k odborné kandidátské zkoušce. Přírodovědecká fakulta university J. E. Purkyně v Brně, Brno, 41 s.
- BRÁZDIL, R. (1986): Variation of Atmospheric Precipitation in the C.S.S.R. with Respect to Precipitation Changes in the European Region. Univerzita J. E. Purkyně, Brno, 169 s.
- BRÁZDIL, R. (1988): Zákonitosti v časovém a prostorovém rozložení atmosférických srážek na území ČSSR. Doktorská dizertační práce. Univerzita Karlova v Praze. Katedra fyzické geografie, Praha, 170 s. + přílohy v samostatném svazku
- BRÁZDIL, R., ŠTĚPÁNKOVÁ, P. (1998): Korekce systematických chyb při měření srážek na Milešově v období 1956-1996. Meteorologické zprávy, 51, č. 5, s. 142-148
- BROWNING, K. A., HILL, F. F. (1981): Orographic Rain. Weather, 36, s. 326-329
- COUFAL, L., LANGOVÁ, P., MÍKOVÁ, T. (1992): Meteorologická data na území ČR za období 1961-90. Národní klimatický program ČSFR – svazek 8. ČHMÚ, Praha, 160 s.
- DORE, A. J., a kolektiv (2006): A model of annual orographic precipitation and acid deposition and its application to Snowdonia. Atmospheric Environment, 40, s. 3316-3326
- FRĄCKIEWICZ, B. (1979): Příspěvek ke studiu směrů větrů v Jizerských horách a v západních Krkonoších. Diplomová práce. Katedra kartografie a fyzické geografie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze, Praha, 62 s.
- GAJDUŠKOVÁ, B. (2006): Hodnocení systematických chyb při měření srážek na stanicích ČHMÚ standardním staničním a automatickým srážkoměrem. Bakalářská práce. Vedoucí práce: prof. RNDr. Rudolf Brázdil, DrSc. Geografický ústav Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brně, Brno, 41 s.
- KAMENÍK, M. (1982): Krátkodobé maximální dešťové srážky v Jizerských horách se zvláštním zřetelem k významu reliéfu. Diplomová práce. Katedra kartografie a fyzické geografie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze, Praha, 202 s.
- KERZELOVÁ, B. (1977): Větrné poměry v Jizerských horách a ve Frýdlantské pahorkatině. Rigorózní práce. Katedra kartografie a fyzické geografie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze, Praha, 101 s.

- Kolektiv autorů (2007): Atlas podnebí Česka. ČHMÚ, Praha; Univerzita Palackého, Olomouc, 255 s.
- Kolektiv autorů HMÚ (1972): Katalog povětrnostních situací pro území ČSSR. HMÚ, Praha, 23 s.
- Kolektiv autorů (1998): Klimatographie und Klimaatlas von Oberösterreich. Band 2: Klimatographie a Band 3: Klimaatlas, Linz/Wien, 599 s.
- Kolektiv autorů (1993): Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Academia a Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha, 594 s.
- Kolektiv autorů (1969): Podnebí Československé socialistické republiky – Souborná studie. HMÚ, Praha, 357 s.
- Kolektiv autorů (1961): Podnebí Československé socialistické republiky – Tabulky. HMÚ, Praha, 379 s.
- KONČEK, M. (1974): Klíma Tatier. Veda - Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava, 856 s.
- KOPÁČEK, J., BEDNÁŘ, J. (2005): Jak vzniká počasí. Karolinum, Praha, 226 s.
- KRÁL, V. (2001): Fyzická geografie Evropy. Academia, Praha, 348 s.
- KRŠKA, K. (1967): Poznámky k československým typizacím povětrnostních situací se zřetelem na severní situace. Meteorologické zprávy, 20, č. 5, s. 105-112
- KŘIVANCOVÁ, S., VAVRUŠKA, F. (1997): Základní meteorologické prvky v jednotlivých povětrnostních situacích na území České republiky v období 1961-1990. Národní klimatický program České republiky - svazek 27. ČHMÚ, Praha, 133 s.
- LAPIN, M., PRIADKA, O. (1987): Korekcie systematických chýb merania atmosférických zrážok. Meteorologické zprávy, 40, č. 1, s. 9-19
- LAPIN, M., FAŠKO, P., KOŠŤÁLOVÁ, J. (1990): Zhodnotenie zrážkových pomerov na území Slovenska po korekcii systematických chýb meraní zrážok. Meteorologické zprávy, 43, č. 4, s. 101-105
- NOSEK, M. a kolektiv (1976): Časové a prostorové změny denních úhrnů srážek v chladném pololetí 1901-1970 na území ČSSR. Katedra geografie přírodovědecké fakulty Univerzity J. E. Purkyně v Brně, Brno, 1976, 60 s., závěrečná zpráva etapy II-7-2/17-2.7
- OTRUBA, J. (1964): Veterné pomery na Slovensku. Slovenská akadémia vied, Bratislava, 284 s.
- PETROVIČ, Š. (1970): Klimatické poměry ČSSR. HMÚ, Praha, 69 s.
- RACKO, S. (1996): Poznámka o zmene v typizovaní synoptických situací. Meteorologické zprávy, 49, č. 3, s. 89
- ROE, G. H. (2005): Orographic precipitation. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 33, s. 645-675
- ŘEZÁČOVÁ D., NOVÁK, P., KAŠPAR, M., SETVÁK, M. (2007): Fyzika oblaků a srážek, Academia, Praha, 576 s.
- SAWYER, J. S. (1956): The Physical and Dynamical Problems of Orographic Rain. Weather, 11, s. 375-381
- ŠVER, C. A. (1976): Atmosfernyje ocadki na territorii SSSR. Leningrad gidrometeoizdat, Leningrad, 300 s.
- TOLASZ, R., ŽIDEK, D., LIPINA, P. (2003): Návod pro pozorovatele srážkoměrných stanic. ČHMÚ, Ostrava, nečíslováno

Internetové zdroje:

Český hydrometeorologický ústav: Typizace povětrnostních situací pro území České republiky [on-line], [cit. 2010-02-27],

dostupné z <<http://www.chmi.cz/meteo/om/mk/syntypiz/kalendar.html>>

Český hydrometeorologický ústav: Popis synoptických typů [on-line], [cit. 2010-02-27],

dostupné z <<http://www.chmi.cz/meteo/om/mk/syntypiz/syntypy.html>>